

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta,
Ústav geologie a paleontologie

Foraminifery české křídly z lokality Březno

Cretaceous Foraminifera from the Březno section

Diplomová práce

Bc. Barbora Hašková



Vedoucí práce: Doc. RNDr. Katarína Holcová, CSc.

Konzultant: Doc. RNDr. Dana Štemproková-Jírová, CSc.

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala
samostatně a uvedla všechny použité zdroje

V..... dne

podpis.....

Poděkování

Chtěla bych velmi poděkovat Doc. RNDr. Daně Štemprokové-Jírové, CSc. za poskytnutí informací, materiálů a mnohé literatury a za obětavou pomoc při mé práci. Dále děkuji vedoucí této práce doc. RNDr. Kataríně Holcové, CSc. za rady ohledně formální úpravy textu, za poskytnutí literatury a odkazů na další zdroje informací. Dále děkuji RNDr. Martinu Mazuchovi, PhD. za pomoc při práci s elektronovým mikroskopem. Všem moc děkuji za ochotnou pomoc.

Abstrakt

Práce je zaměřena na foraminifery z klasické křídové lokality Březno. Je zde popsána základní charakteristika foraminifer, České křídové pánve, lokality Březno u Loun a historie výzkumu křídových foraminifer u nás. Taxonomicky studované foraminifery jsou druhy planktoních foraminifer z čeledi Heterohelcidae Cushman, 1927, a bentožní druhy z čeledí Lagenidae Reuss, 1862, Nodosariidae Ehrenberg, 1838, a Vaginulinidae Reuss, 1860.

Klíčová slova: Foraminifery, křída, Březno u Loun, Heterohelcidae, Lagenidae, Nodosariidae, Vaginulinidae

Abstract

Thesis is focused on foraminifera from classical Březno section. It describes the basic characteristics of foraminifera, Czech Cretaceous Basin, Březno section near Louny and history of research of Cretaceous foraminifera in Czech Republic. Taxonomically studied planktonic foraminifera species are from family Heterohelcidae Cushman, 1927, and benthos species are from family Lagenidae Reuss, 1862, Nodosariidae Ehrenberg, 1838, and Vaginulinidae Reuss, 1860.

Key words: Foraminifera, Cretaceous, Březno near Louny, Heterohelcidae, Lagenidae, Nodosariidae, Vaginulinidae

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD..... | 6 |
| 2. CHARAKTERISTIKA FORAMINIFER..... | 6 |
| 2.1 Systematika | 6 |
| 2.2 Živý organismus | 7 |
| 2.2.1 Buňka a její obsah | 7 |
| 2.2.2 Rozmnožování..... | 9 |
| 2.2.3 Růst schránky | 9 |
| 2.3 Schránka | 9 |
| 2.3.1 Tvar schránky..... | 11 |
| 2.3.2 Morfologie částí schránky..... | 12 |
| 2.3.2.1 Komůrky a švy | 12 |
| 2.3.2.2 Ústí | 13 |
| 2.3.2.3 Póry | 14 |
| 2.3.2.4 Stavba stěn a komůrek | 14 |
| 2.3.2.5 Skulptura | 15 |
| 3. EKOLOGIE | 15 |
| 3.1 Teplota..... | 16 |
| 3.2 Hloubka | 16 |
| 3.3 Salinita..... | 16 |
| 3.4 Výživa | 17 |
| 3.5 Symbionti | 17 |
| 3.6 Rozšíření recentních foraminifer a využití v paleoekologii..... | 18 |
| 3.6.1 Karbonátové plošiny a útesy..... | 19 |
| 3.6.2 Brakické prostředí..... | 19 |
| 3.6.3 Přílivové mokřiny | 19 |
| 3.6.4 Kontinentální šelf a otevřené moře | 20 |
| 3.7 Ekologie planktonních foraminifer | 20 |
| 4. ČESKÁ KŘÍDA | 21 |
| 4.1 Česká křídová pánev | 22 |
| 4.1.1 Svrchní křída české křídové pánve | 23 |
| 4.2 Lokalita Březno u Loun | 27 |
| 5. FORAMINIFERY V KŘÍDĚ..... | 30 |
| 6. HISTORIE VÝZKUMU FORAMINIFER KŘÍDOVÉHO ÚTVARU NA NAŠEM ÚZEMÍ | 31 |
| 7. METODIKA | 34 |
| 8. VÝSLEDKY | 36 |
| 8.1 Systematická část..... | 37 |
| 8.1.1 Čeleď Heterohelcidae..... | 37 |
| 8.1.2 Nadčeleď Nodosariacea..... | 44 |
| 8.2 Změny zastoupení heterohelcidních druhů v čase | 59 |
| 9. DISKUZE | 61 |
| 10. ZÁVĚR | 63 |
| 11. POUŽITÉ ZDROJE INFORMACÍ..... | 65 |
| 12. PŘÍLOHY | 71 |

1. ÚVOD

V této diplomové práci navazuji na bakalářskou práci (Hašková, 2010) ve studiu foraminifer. Práce je zaměřena na taxonomii vybraných skupin foraminifer z klasické křídové Reussovy lokality Březno. Cílem práce je pokračovat ve studiu heterohelcidních druhů, které byly studovány už v bakalářské práci a porovnat druhy, které jsem našla ve svrchím turonu lokality Úpohlavy a druhy, které jsem našla v coniacu na lokalitě Březno.

Další studovanou skupinou jsou bentozní druhy z čeledí Lagenidae Reuss, 1862, Nodosariidae Ehrenberg, 1838, a Vaginulinidae Reuss, 1860, které jsou porovnány s druhy, které na lokalitě popsal Reuss (1845-46), Štemproková-Jírová (in Pokorný et al., 1983) s druhy, které popsala především v křídě Polska Pozaryska (1958).

2. CHARAKTERISTIKA FORAMINIFER

Foraminifery jsou eukaryotní jednobuněčné organismy, které jsou až na pár výjimek, většinou vybaveny pevnou schránkou. Schránka může být jak jednokomůrková tak i vícekomůrková. Jejich schránka je vyplněna protoplasmou vystupující ven a to buď větším otvorem zvaným ústí nebo četnými póry (Pokorný, 1954).

2.1 Systematika

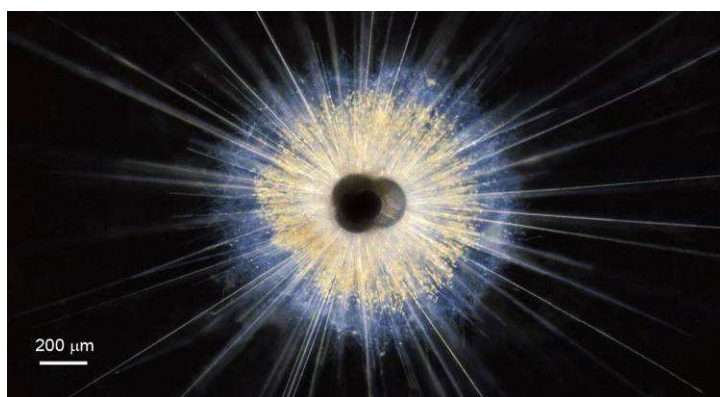
Dnes známe 30-40 tisíc druhů foraminifer z toho je 4 000 recentních. Foraminifery se řadí mezi jaderné Eukaryota, říše Chromista Cavalier-Smith, 1981, infraříše Rhizaria Cavalier-Smith, 2002, kmene Foraminifera d'Orbigny, 1826. Dnes se foraminifery dělí stále podle systému Loeblich & Tappan (1987) na 16

řádů: Allogromiida, Textulariida, Astrorhizida, Lituolida, Trochamminida, Fusulinida (vyhynulý řád), Spirillinida, Involutinida, Carterinida, Miliolida, Silicoloculinida, Lagenida, Robertinida, Globigerinida, Buliminida a Rotaliida.

Rozdělení kmene do tohoto systému je problematické vzhledem k tomu, že se návrhy založené na morfologii zcela neshodují s molekulárními fylogenetickými údaji (Adl et al., 2005), proto se zatím musí vyčkat, než bude těchto údajů dostatek a budou dále zpracovány.

2.2 Živý organismus

Jak foraminifery vypadaly v minulosti uvnitř svých schránek, se můžeme dovědět pozorováním těch, které přežily do dnešní doby. Je pravděpodobné, že se od recentních druhů zásadně nelišily (Obr.1).



Obr.1:Příklad živé foraminifery rodu *Globigerinoides* (<http://ocean.si.edu/slideshow/forams>)

2.2.1 Buňka a její obsah

Buňka foraminifer je tvořena protoplazmou, kterou ohraničuje membrána. Protoplasma je rozdělena na vnější světlejší ektoplazmu a vnitřní tmavší endoplazmu. Endoplazma může mít odstíny od žluté přes žlutohnědé, zelenohnědé, růžové až červené. Některé tyto odstíny jsou dílem pigmentů, nebo je způsobují různé příměsi a také symbionti (Loeblich Jr., & Tappan, 1964).

Endoplazma je uzavřena ve schránce, která se skládá buď z jedné, nebo z více komůrek. U schránek s více komůrkami jsou jednotlivé komůrky odděleny septy. V septech se nachází otvor zvaný foramen, kterým se endoplazma dostává z jedné komůrky do další. Ze schránky se protoplazma do vnějšího prostředí dostává ústím nebo póry a obklopuje schránku pseudopodii (Boersma, 1998).

Pseudopodia se diferencují na 3 typy: 1) rozvětvené panožky zvané rhizopodia, 2) rovná, dlouhá a tenká filopodia, 3) reticulopodia, která tvoří síť (Hemleben et al., 1989).

Pseudopodia mají různé funkce, například chytání a následné trávení kořisti a poté zbavování odpadu, budování schránek, vytváření ochranných cyst a přichytávání k substrátu (Loeblich Jr. & Tappan, 1964).

Mezi nejdůležitější organely v buňce patří jádro. To je uzavřeno do dvou soustředných membrán a obsahuje chromozomy. Dalšími důležitými organelami v buňce jsou mitochondrie, které získávají energii oxidací molekul potravy, která je důležitá pro většinu aktivit v buňce. V endoplazmatickém retikulu vznikají složky potřebné pro buněčnou membránu a materiál určený pro export z buňky. Golgiho komplex zpracovává molekuly z endoplazmatického retikula a posílá je do buňky a k jejím dalším částem. Lyzosomy slouží k vnitrobuněčnému trávení a odbourávání nepotřebných a škodlivých molekul. Peroxisomy odstraňují pro buňku toxické látky a přeměňují je na látky, které se dají dále využít. Ribosomy syntetizují proteiny. Mezi jednotlivými organelami probíhá neustálá výměna materiálu, která je zprostředkována malými váčky odškrucujícími se od membrán jednotlivých organel a putujícími na místo určení. V protoplasmě se také nacházejí různé pigmenty, lipidy a další materiály (Hemleben et al., 1989; Alberts et al., 1998).

2.2.2 Rozmnožování

Foraminifery se rozmnožují charakteristickým střídáním pohlavního a nepohlavního cyklu. Nepohlavní část cyklu, který je více častý se nazývá schizogonie a pohlavní část cyklu se nazývá gamogonie. Střídání pohlavních a nepohlavních generací vede k vytváření dvou typů schránek tzv. dimorfismus. Jedinci, kteří vznikli pohlavním rozmnožováním mají větší počáteční komůrku tzv. proloculum a nazývají se makrosférická generace a jedinci, kteří vznikli nepohlavním rozmnožováním mají proloculum menší a nazývají se mikrosférická generace (Pokorný, 1954; Boersma, 1998).

2.2.3 Růst schránky

Foraminifery, které mají jednkomůrkové nedělené schránky rostou plynule. Ty s vícekomůrkovými schránkami naopak rostou periodicky. Jako první se zformuje počáteční komůrka (proloculum) a pak se postupně vytvářejí komůrky následující a to tak, že protoplasma vystoupí z poslední vytvořené komůrky a utvoří z okolních cizích tělísek cystu, ve které se vytvoří komůrka nová. Ke vzniku cysty dojít nemusí, ale vytvoří se organická membrána, která se vyztuží cizorodými částčkami (aglutinované foraminifery), nebo se biomineralizuje (tmelení aglutinovaných a sekreční schránky). Vytvoření nové komůrky trvá přibližně 5-8 hodin (Pokorný, 1954).

2.3 Schránka

Foraminifery si tvoří ve většině případů pevnou schránku, která je v paleontologii hlavním znakem určování jednotlivých druhů a jejich systematického zařazení (Boersma, 1998). Schránku vylučuje ektoplazma s pomocí

pseudopodií, endoplazma je omezena na již vytvořené komůrky (Loeblich Jr. & Tappan, 1964).

Podle materiálu z kterého jsou schránky vystavěny, se rozlišují tři typy schránek. Prvním typem jsou schránky organické, jsou nejprimitivnější tvořené tektinem, látky složené z polysacharidů a bílkovin. Dalším vývojem se schránky začínají postupně zpevňovat a to buď pomocí různých cizích tělísek, nebo přímým vylučováním anorganické hmoty samotným živočichem (Pokorný, 1954).

Druhým typem schránek, které se vytvářejí pomocí cizorodých částí a tmelu jsou schránky aglutinované. Do tektinového podkladu si živočich přidává různé částčky, jako například zrnka písku, jehlice hub, nebo schránky jiných mikroorganismů např. rozsivek, mřížovců a ty pak stmeluje tmelem různé povahy. Vápenité tmely převažují v teplých vodách, ve studených vodách pak tmely křemičité. Tmely obsahující železo způsobují červenou barvu schránek. Některé druhy si materiál na stavbu schránky pečlivě vybírají podle velikosti a druhu materiálu (Pokorný, 1954).

Za přechodnou schránku mezi schránkou aglutinovanou a schránkou sekreční je považována schránka mikrogranulátní, která je složena z mikroskopických zrněk kalcitu a stmelena vápenitým tmelem (Boersma, 1998).

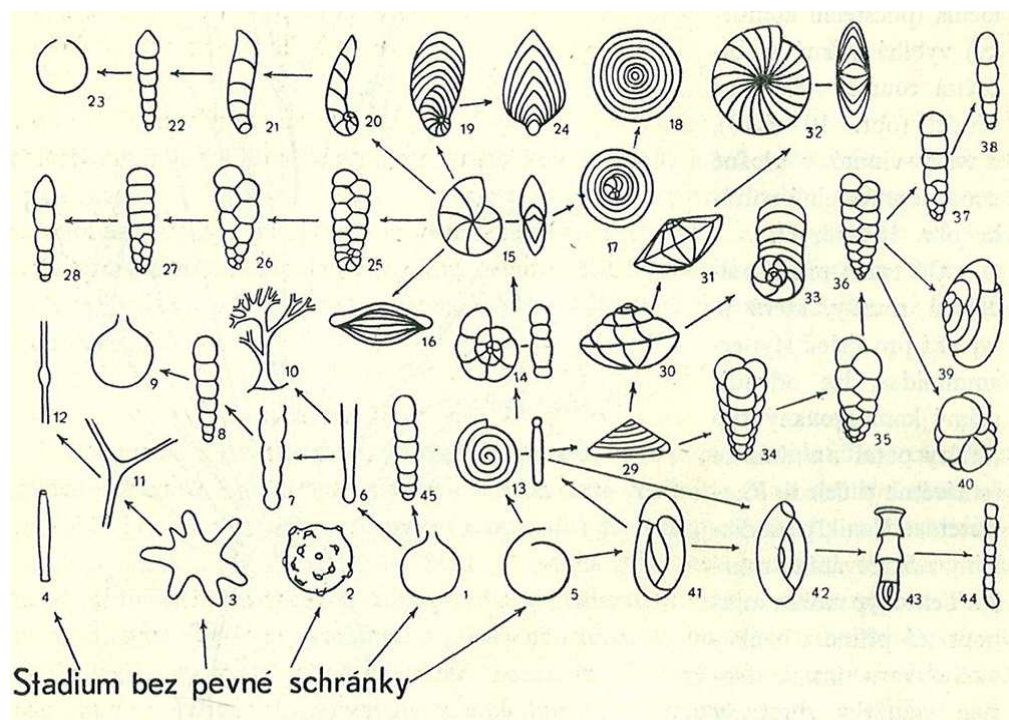
Třetím typem je schránka vápenitá, která se pravděpodobně vyvinula z aglutinovaných schránek s vápenitým tmelem. Množství tmelu se během vývoje zvětšovalo tak, že pak později stačil samotný tmel na vytvoření pevné schránky a tím se aglutinace stala zbytečnou. Možné je i to, že vápenité schránky vznikly přímo z organické tektinové schránky. Uhličitán vápenatý je ve schránkách hlavně v kalcitové modifikaci a může mít různé procento příměsí, které závisí na vlastnostech prostředí (Pokorný, 1954).

Podle vzhledu můžeme vápenité schránky rozdělit na dvě skupiny. Do první skupiny se řadí schránky sklovité neboli hyalinní do druhé schránky porcelanní. Sklovité schránky jsou tvořeny kalcitem s různým podílem hořčíku nebo aragonitem. Tyto schránky jsou v dopadajícím světle průsvitné až průhledné, ale některé formy jsou zcela neprůhledné a mají subporcelanní vzhled. To způsobuje například větší tloušťka stěn nebo pórovitost, kdy se u hrubších pórů světlo láme a odráží (Pokorn, 1954).

Naopak porcelanní schránky jsou neprůsvitné a mléčně bílé jako porcelán (Pokorný, 1954; Boersma, 1998).

2.3.1 Tvar schránky

Nejpůvodnější tvar schránky není znám. Nejprimitivnější foraminifery měly pravděpodobně jednodukomůrkovou schránku. Výchozí typ byl nejspíše ten, kdy z centrální části schránky vybíhají ramena s otvory na konci, nebo kulovitý tvar s jedním či více otvory. Dalším primitivním tvarem může být rourka, která je otevřená na obou koncích. Od kulovité jednodukomůrkové schránky jsou odvozeny tvary, kdy z počáteční komůrky vybíhá přímá trubička a pak tvary spirální. Spirální tvary můžeme rozlišit na planispirální, kdy je spirála plochá a trochospirální, kdy spirála neleží v rovině. V případě, že se jednotlivé závitě nepřekrývají se jedná o schránku evolutní, v opačném případě o schránku involutní. Trochospirální tvar může druhotně přejít v tvar planispirální. Triseriální tvar je vysoce spirální, kdy komůrky dalších závitů leží přímo nad sebou. Rozvinutím spirálních tvarů vznikají tvary biseriální a uniseriální. Z uniseriálních tvarů mohou vzniknout zase jednoduché jednodukomůrkové formy (Obr.2). Tvar schránky určuje tvar jednotlivých komůrek, jejich orientace a uspořádání (Pokorný, 1954; Boersma, 1998).



Obr.2: Hlavní směry vývoje tvarů schránek (Pokorný, 1954)

2.3.2 Morfologie částí schránky

2.3.2.1 Komůrky a švy

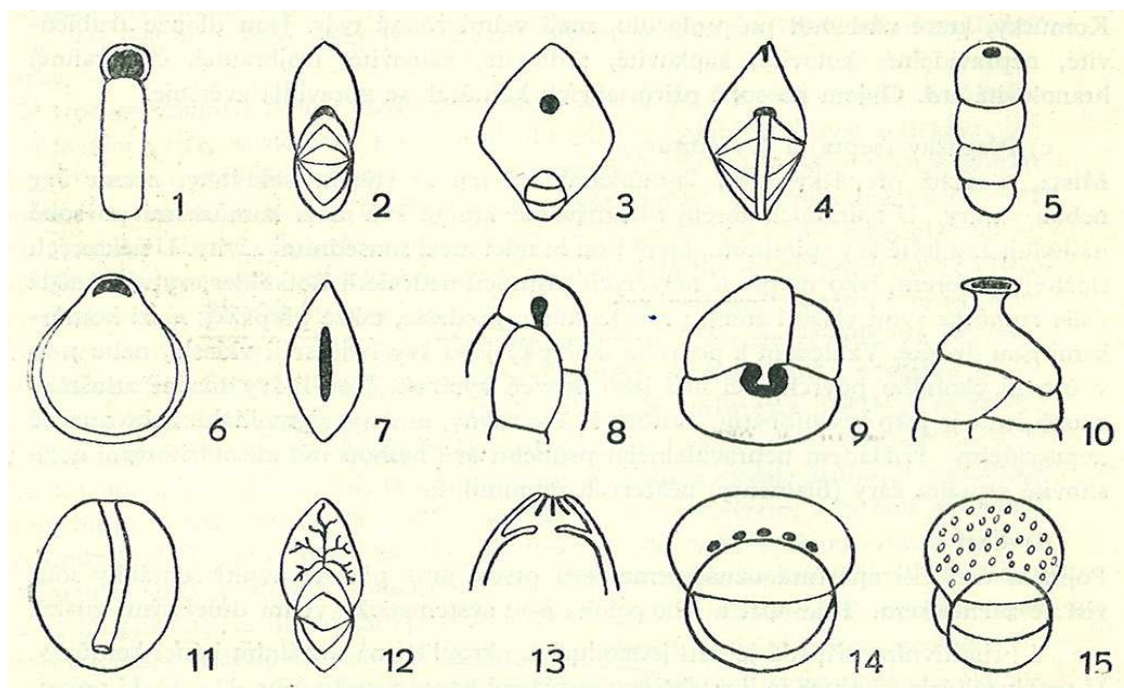
Začátek schránky je tvořen počáteční komůrkou zvanou proloculum. V případě, že je proloculum spojeno s dalšími komůrkami jednoduchým otvůrkem, nebo otvůrkem na konci trubičky jedná se o proloculum orthostylní. Pokud je spojeno s následujícími komůrkami spirálně zakřiveným průchodem, jde o proloculum flexostylní. U pokročilejších velkých foraminifer může být počáteční komůrka složena ze dvou či více komůrek, které se od ostatních liší. Tyto komůrky se nazývají nukleokoncha. Komůrky, které následují po proloculu, můžeme nazvat postembryonální. Ty mají různé tvary např. kulovité, kapkovité, válcovité, hranolovité, nepravidelné atd. Jednotlivé komůrky jsou od sebe odděleny přepážkami tzv. septy. V místech, kde septy srůstají se stěnou schránky vznikají švy (sutury). U spirálních schránek se odlišují ještě švy mezi jednotlivými závitů. Švy

mohou mít různé tvary např. rovný, esovitý, sigmoidální nebo nepravidelný. Nápadně silné švy se nazývají švy limbátní (Pokorný, 1954).

2.3.2.2 Ústí

Systematicky důležitým znakem je ústí neboli apertura. Ústí slouží protoplazmě ke komunikaci s vnějším prostředím. Liší se ve velikosti i tvaru. Primární ústí rozlišuje ústní stranu, protože na komůrce, která byla finální než se přidala nová může být ústí stále vidět. Taková ústí se nazývají reliktní. Pokud je na komůrce více ústí nazývají se přídavná ústí. Je známo že tvar i velikost ústí souvisí se změnami prostředí (Boersma, 1998).

Nejzákladnějším typem ústí, je jednoduché ústí na distálním (okrajovém) konci komůrky. U spirálních forem se podle polohy dělí ústí na bazální (obr. 3-2, 3-4), které je při vnitřním švu čelní strany poslední komůrky, ústí centrální u středu čelní strany (obr. 3-3) a ústí periferní (obr. 3-4). Pro komůrky seřazené v jedné řadě je typické terminální ústí (obr. 3-5). Ústí mají i různý tvar např. okrouhlý (obr. 3-5), polokruhový, srpkovitý (obr. 3-6), šterbinovitý (obr. 3-7), slzovitý (obr. 3-8) atd. Ústí mohou vybíhat v různé zuby (obr. 3-9), krčky (obr. 3-10), pysky nebo může od ústí pokračovat do schránky entosoleniální rourka (obr. 3-11). Ústí paprscité (obr. 3-13) může být u nejpokročilejších forem odděleno od dutiny vlastní komůrky přepážkou, která vytváří tzv. aperturální komůrku. Dále se objevují ústí složená (obr. 3-14), vytvořená z několika malých otvůrků a ústí řetovitá (obr. 3-15) skládající se z velkého počtu otvůrků pokrývajících většinu plochy čelní stěny komůrky. Modifikace okrajů ústí mohly vzniknout za účelem lepšího ulpívání protoplazmy (Pokorný, 1954).



Obr.3: Tvary ústí (Pokorný, 1954)

2.3.2.3 Póry

Póry jsou otvůrky kulovitěho nebo nepravidelného tvaru ve stěnách schránky kolem 5-6 μm . Typické jsou pro vápenité sklovité typy, ale objevují se i u aglutinovaných. U porceláních typů se objevují jen velmi zřídka. Někdy mohou póry tvořit přechod rovnou k ústí. Tvar pórů, jejich velikost a rozmístění souvisí s prostředím a zeměpisnou šířkou (Pokorný, 1954; Boersma, 1998). Některé části schránky mohou být pórovité a další bez pórů (Loeblich Jr. & Tappan, 1964).

2.3.2.4 Stavba stěn a komůrek

Stěny komůrek s jednoduchou stavbou mohou být druhotně zesílněny. U aglutinovaných forem jsou stěny prostoupeny kanálky, které se rozšiřují v dutinky a vznikají labyrintní stěny a pokud aglutinovaný materiál prostoupí většinu nebo celou komůrku vzniká labyrintní komůrka. K druhotnému ztlusťování stěn dochází i u vápenitých forem. Tam vzniká druhotným vylučováním vnitřní kostra, která má podobu vrstvy zdvojující původní stěnu a je kompaktní i u forem s perforovanými

stěnami. Jednotlivé komůrky mohou být rozděleny druhotnými přepážkami na komůrečky. S těmi se setkáváme u forem aglutinovaných i vápenitých. Druhotnou kostru zpevňují pilířky a hřebíky a jejich zakončení se na povrchu schránky projevuje jako vyvýšená granulace. U pokročilých forem je druhotná kostra prostoupěna kanálkovou soustavou (Pokorný, 1954).

2.3.2.5 Skulptura

Schránky mohou být zcela hladké a lesklé bez zvláštních útvarů, nebo mít hrubý a zrnitý povrch s jamkami, nebo s různými výrůstky. U aglutinovaných forem převažují blanité průsvitné lemy. U vápenitých typů dosahuje skulpturace velkého rozvoje. Jedná se o různá žebra, blanité lišty, lemy, trny, osténky, bradavčité útvary. Směrem k posledním komůrkám skulptura slábne. Skulpturní útvary mohou sloužit jako zpevňovací či kotevní zařízení (Pokorný, 1954).

3. EKOLOGIE

Většina foraminifer žije v mořích a oceánech, ale některé druhy se přizpůsobily brakické vodě. Bentozní formy převažují a to jak vagilní bentos, který žije a pohybuje se po dně, tak sesilní bentos, který žije přichycen na řasách, podloží a schránkách jiných organismů (Pokorný, 1954).

Díky svému širokému geografickému rozšíření a velkému množství ve světových oceánech a mořích, jsou foraminifery dobrým zdrojem pro paleoekologická data (Loeblich Jr. & Tappan, 1964, Murray, 1973).

3.1 Teplota

Teplota vody ovlivňuje geografické rozšíření a má vliv na přežití v určitém rozmezí minimálních a maximálních teplot a také na reprodukci foraminifer. Tyto limity pomáhají k pozorování sezónních výkyvů pro různé druhy foraminifer. Některé druhy mohou být tolerantní k širokému rozmezí teplot a nevykazují žádné sezónní výkyvy, některé naopak mohou být limitovány například tím, že se mohou rozmnožovat jen v teplejších obdobích (Loeblich Jr. & Tappan, 1964).

Obecně žijí v chladnějších vodách spíše aglutinované typy foraminifer s křemitým nebo tektinovým tmelem, protože tyto vody jsou bohaté na oxid uhličitý, který vápenité schránky rozpouští. Teplé vody jsou na foraminifery druhově bohatší (Pokorný, 1954).

3.2 Hloubka

S hloubkou vody souvisí mnoho různých faktorů, ale sama o sobě má menší důležitost. Například změna fauny vertikálním směrem byla přičítána rozdílu v hloubce, ale jednalo se o změny související s poklesem teploty, která ovlivňuje obsah kyslíku a živin. Druhy se symbiotickými organismy, které fotosyntetizují, ovlivňuje také intenzita světla a průsvitnost vody, takže zde se uplatňuje hloubka ve smyslu zmenšené/zvýšené průsvitnosti vody (Pokorný, 1954; Boersma, 1998).

3.3 Salinita

Foraminifery dokáží žít ve vodách se salinitou od 35‰ až do 45‰. Extrémy jsou až 57‰, nebo naopak v řekách a jejich ústí, kde se salinita pohybuje od 15‰ do 0,5‰ (Boersma, 1998).

Čím je salinita nižší, tím se zmenšuje počet druhů, ale počty stenohalinních druhů jsou velké pravděpodobně díky snížené kompetici, nebo větší dostupnosti organické hmoty. Salinita také ovlivňuje reprodukci, kdy moc vysoká, nebo moc nízká salinita zpomaluje reprodukční cyklus (Loeblich Jr. & Tappan, 1964).

Dále může ovlivnit například velikost schránek, kdy nízké salinity ovlivňují sekreci uhličitanu vápenatého a schránky mohou být menší s tenčími stěnami (Boersma, 1998).

3.4 Výživa

Potravu si foraminifery obstarávají pomocí svých pseudopodií. Ty potravu zachytí a upoutají k povrchu schránky, kde je chemicky rozložena a využitelné části jsou dopraveny do endoplazmy ke zpracování. Materiál, který není využit se hromadí v malých hnědých částech a ty jsou odváděny z endoplazmy skrze pseudopodia zpět do okolí. Potrava je přijímána vně schránky, ale některé druhy s velkým ústím mohou potravu vtáhnout přímo do schránky. Bentózní foraminifery se živí hlavně bakteriemi, rozsivkami, řasami a některé parazitické druhy z protoplazmy hostitele. Planktonní se živí planktonickými rozsivkami, řasami, drobnými koryši a jiným mikroplanktonem (Boersma, 1998).

3.5 Symbionti

Četné druhy foraminifer žijí se symbiotickými řasami, které se nazývají zooxantely. Bez přítomnosti těchto řas je protoplazma bezbarvá, nebo jen lehce zabarvená podle toho co foraminifera zkonzumovala. Řasy mohou být přítomny přímo uvnitř schránky, nebo mohou být přidržovány pseudopodii jen u schránky. Produkty z fotosyntézy symbiotických řas foraminifery využívají jako další zdroj

výživy. Ne vždy přítomnost řasy u schránky znamená, že jde o symbionta. V některých případech se řasa zdržuje okolo foraminifery, protože zachytává odpadní látky a pozůstatky z potravy. V tomto případě se jedná o komenzála. Další řasy mohou být parazity a požívat malé části z protoplazmy foraminifer. Hlavními symbionty foraminifer jsou obrněnky. Není přesně známo, jak jsou obrněnky chráněny před případným napadením a strávením, ale pravděpodobně je chrání jejich tlustá téka, nebo mají jiný mechanismus k obraně. Dalšími symbionty mohou být rozsivky, které ale byly nalezeny jen u bentických foraminifer (Hemleben et al., 1989).

3.6 Rozšíření recentních foraminifer a využití v paleoekologii

Foraminifery žijí v různých prostředích od příbřežních močálů až po abysální pláně. Každé toto prostředí má charakteristické vlastnosti a na nich závisí i počet a rozmanitost druhů. Je pravděpodobné, že prostředí ve kterých foraminifery žijí dnes a prostředí ve kterých žily v minulých dobách měly podobné vlastnosti. Proto nám současná prostředí a jejich vlastnosti pomáhají k pochopení způsobu života foraminifer v minulosti.

V české křídě se foraminifery pravděpodobně mohly vyskytovat v prostředí přílivových mokřin, v brakickém prostředí a na kontinentálním šelfu. Paleoekologie může ukázat, jak se různé skupiny organismů vyvinuly, v jakém prostředí žily a na jaké podmínky byly adaptovány. Primární data pro paleoekologické analýzy pocházejí z použití dnešních znalostí a zákonitostí v sedimentaci, cirkulaci, chemickém koloběhu, pohybu vodních mas v oceánech a jejich vztah na organismy žijící v tomto prostředí (Boersma, 1998).

3.6.1 Karbonátové plošiny a útesy

Jsou to jedny z nejsložitějších mořských ekosystémů. Dnes se útesy nacházejí mezi 30° severní a 30° jižní zeměpisné šířky v oblastech charakteristických velkou světelnou prostupností, teplými vodami s vyšší salinitou a vysokou rozpustností uhličitanu vápenatého. Foraminifery jsou na korálových útesech buď přichycené a napomáhají stavbě kostry útesu nebo jako epifauna v místech vytvořených uvnitř útesu. (Boersma, 1998).

3.6.2 Brakické prostředí

Foraminifery jsou v tomto prostředí geograficky homogenní. Toto prostředí má sedimenty bohaté na rostlinné zbytky. Hlavním kontrolním faktorem je nízká salinita (Boersma, 1998).

3.6.3 Přílivové mokřiny

Nejnápadnějším znakem mokřin je množství rostlinného materiálu, jako jsou mořské trávy a mangrovové houštiny v tropických oblastech. Důležitým znakem je také změna rostlinného pokryvu na krátké vzdálenosti. Foraminifery jsou v těchto oblastech časté a je překvapivé, že na některých místech je jejich populační hustota velká a na místě o kousek vedle je jich jen málo, nebo žádné. To je způsobeno zřejmě změnami ekologických podmínek. Voda je ve většině mokřin mělká jen několik centimetrů, ale v místech přílivových kanálů je hluboká i několik metrů (Phleger, 1960).

Mokřiny a zátoky mají vysoké denní a sezónní výkyvy teplot, salinity, hloubky a chemického složení vody. (Phleger, 1960; Boersma, 1998).

3.6.4 Kontinentální šelf a otevřená moře

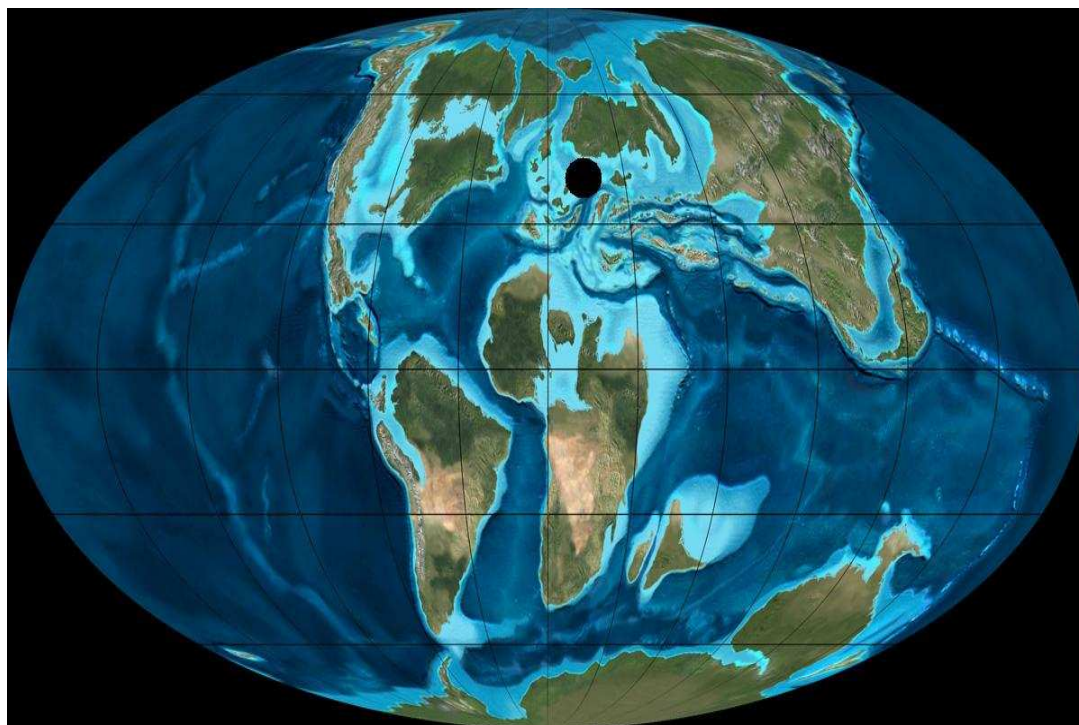
Mělký šelf je na foraminifery početně chudý a dominuje jen pár aglutinovaných druhů. Ve vnitřním šelfu dominuje bentos málo druhů, mají menší ne tolik skulpturované schránky a může zde být přítomno i pár planktonních druhů. V hlubších vodách vnitřního šelfu se zvyšuje počet planktonních druhů a bentické druhy jsou zde ve velkém množství, takže došlo ke snížení dominance jednoho, nebo několika málo druhů. Ve vnějším šelfu jsou planktonické foraminifery velmi početné a tvoří až 50% zdejší mikrofauny. Horní část kontinentálního svahu je podobná vnějšímu šelfu a planktonické foraminifery dosahují počtu 50-85% mikrofauny. V nižší části je počet bentických forem velký a postupně roste směrem k abysálním pláním. Planktonické druhy tvoří 75-90% mikrofauny. Jakmile je překročena hranice CCD schránky mrtvých vápenitých foraminifer se rozpouštějí a pod touto hranicí se neukládají. Hlubokomořské aglutinované foraminifery mohou mít ve svých schránkách jemné vápnité částičky a mohou mít cukrovitou texturu. Aglutinované foraminifery žijící v nejhlubších částech mají rourkovité schránky obalené úlomky a tmelené křemitým, nebo železitým tmelem. Jsou velice křehké a nepřítomnost uhličitanu v jejich schránkách ukazuje, že se tam žádný nevyskytuje (Boersma, 1998).

3.7 Ekologie planktonních foraminifer

Planktonní foraminifery se vyskytují ve všech klimatických oblastech. Toto geografické členění je závislé na teplotě vody. Výskyt planktonních foraminifer závisí na dostupnosti potravy a ta je závislá na fyzikálních a chemických vlastnostech vodních mas. Žijí ve vodním sloupci od povrchu až po hloubky 1000 m. V hloubkách menších než 50 m jsou méně hojné a v hloubkách pod 300 metrů

klesá jejich rozmanitost. Ty druhy, které mají symbiotické řasy musí žít ve fotické zóně vodního sloupce. Na metr krychlový je jejich hustota přibližně 10 jedinců a jejich rozložení ve vodním sloupci se může měnit denně, nebo sezóně. Preferovaná hloubka obývaného prostředí je spojena s morfologií schránky, množstvím symbiontů, skulpturou schránky a závisí na ní reprodukční cyklus. Malé druhy převažují ve studených vodách a vyšších zeměpisných šířkách (např.: *Globigerina*) zatímco v teplých vodách nižších šířek jsou přítomné větší druhy (např.: *Globotruncana*). Druhová rozmanitost se zvyšuje směrem k rovníku a to lze aplikovat i na křídové foraminifery (Hemleben et al., 1989; Boersma, 1998).

4. ČESKÁ KŘÍDA



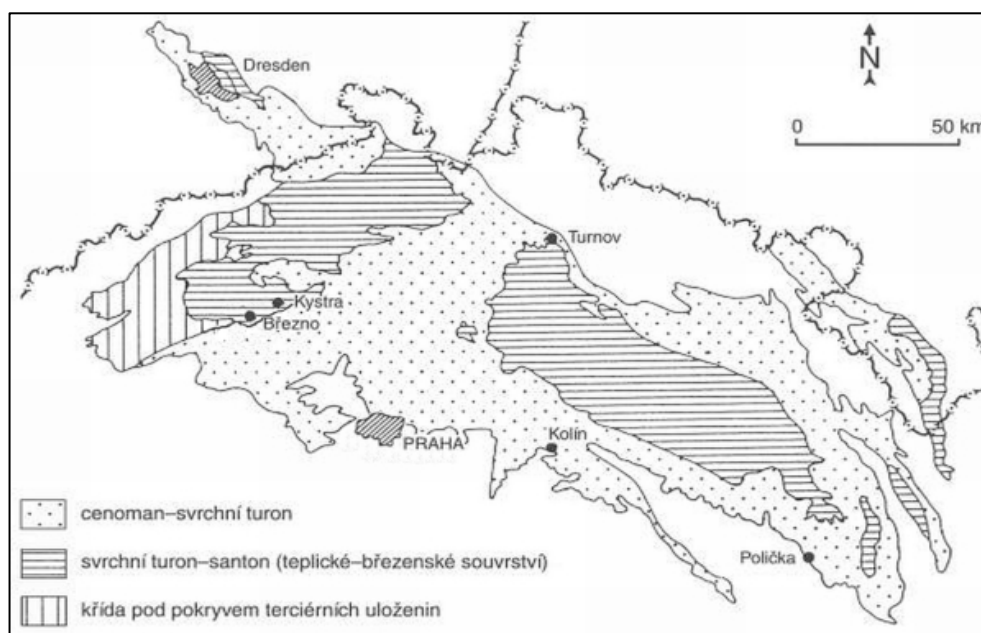
Obr. 4: Přibližná poloha české křídové pánve (<http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/90moll.jpg> - upraveno)

Křídové uloženiny mají na našem území značné rozšíření. Největší podíl připadá na českou křídovou pánev, patřící k soustavě evropských epikontinentálních

pánví, které byly vzájemně propojeny po mořské transgresi v cenomanu. Patří k nim i opolská pánev, která na naše území zasahuje v osoblažském výběžku. Uloženiny jihočeských pánví (českobudějovická a třeboňská) jsou příkladem výplně vnitřních depresí se sladkovodním, nebo brakickým režimem. Křídové horniny na jižní Moravě, které jsou většinou pod pokryvem mladších uloženin, patří k okrajovému areálu Tethydy, ke kterému náleží i uloženiny křídového stáří, které se podílejí na stavbě příkrovů flyšového pásma Západních Karpat (Chlupáč et al., 2002).

4.1 Česká křídová pánev

Jedná se o největší zachovanou sedimentační pánev na našem území, která představuje spojení mezi Tethydou a boreálním vývojem křídy (obr.4). Pokrývá severní část Českého masívu o ploše přibližně 14 600 km² a délce 290 km od Drážďan až po severozápadní Moravu (obr.5). Původní rozsah pánve byl pravděpodobně ještě větší, vzhledem k tomu, že okrajové uloženiny nejsou zachovány a podlehly erozi (Chlupáč et al., 2002).



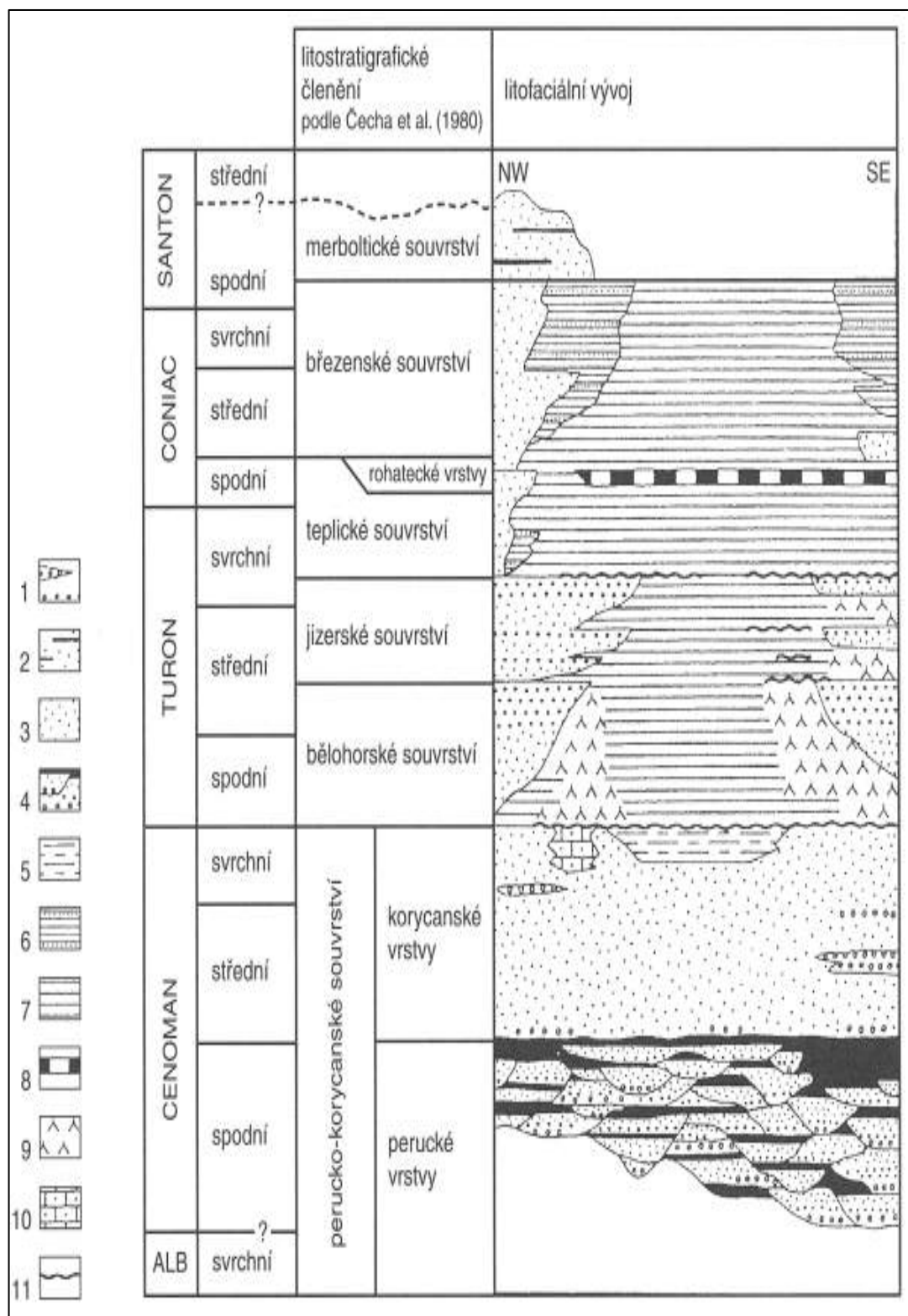
Obr. 5: Schématická geologická mapa české křídové pánve (Chlupáč et al., 2002-upraveno).

Při projevech alpinského vrásnění nastává poklesávání (subsidence) českého masívu a vytváří se sladkovodní jezerní pánve. Během svrchního cenomanu pokračuje subsidence masívu a při cenomanské transgresi se do této klesající oblasti dostává moře. K jeho ústupu dochází od santonu v důsledku vyzdvihování masívu (Macák et al., 1968; Chlupáč et al., 2002).

Svrchnokřídové uloženiny mají mocnosti až několika set metrů. Na přínosu materiálu z pevniny lze od transgrese pozorovat rozrůznění facií do dvou typů. Oblasti kam zasahoval velký přínos písčitého materiálu z pevniny charakterizují facie kvádrových pískovců, které jsou mocné až několik set metrů. Druhý typ je facie vápnitých jílovců a slínovců s přechody do jílovitých vápenců a je charakteristická např.: střídáním slínů a karbotánů. Tato facie obsahuje bohatou mikrofaunu zejména foraminifery a makrofaunu. Charakterizuje ty části pánve, které byly od pobřeží vzdálené a tudíž s malým přínosem materiálu z pevniny (Chlupáč et.al., 2002).

4.1.1 Svrchní křída české křídové pánve

Svrchnokřídové výplně pánve se rozdělují do šesti souvrství (obr.6) perucko-korycanského, bělohorského, jizerského, teplického, březenského a merboltického souvrství.



Obr. 6 : Stratigrafické schéma české křídové pánve. Vysvětlivky: 1 – slepence; 2 – pískovce s vložkami jílovců; 3 – pískovce; 4 – cyklické střídání slepenců, pískovců a jílovců; 5 – prachovce; 6 – vápnité jílovce s vložkami pískovců; 7 – vápnité jílovce až biomikritické vápence; 8 – rohatecké vrstvy; 9 – slínovce (opuky); 10 – bioklastické vápence; 11 – glaukonitické obzory na hiátových plochách (Chlupáč et al., 2002).

Perucko-korycanské souvrství je nejstarší část a dělí se na vrstvy perucké a korycanské. Nejnižší perucké vrstvy jsou tvořeny cykly, které začínají křemennými slepenci a pískovci a přecházejí přes prachovce až do jílovců. Jedná se o říční a jezerní sedimenty, bažinné nebo deltové a v nejvyšších částech o sedimenty příbřežní, mokřině a uloženiny lagun. Korycanské vrstvy mají už charakter mělkého otevřeného moře a dokládají mořskou transgresi v cenomanu. Ta probíhala v několika fázích a mohou se tedy ve stejném profilu střídát mořské a sladkovodní uloženiny. Charakteristickými horninami jsou křemité a kaolinické pískovce často s polohami jemnozrnných slepenců a prachovců. Ve vyšších částech přibývá glaukonit, který dodává vrstvám zelenavý nádech. Osobitý charakter mají uloženiny v příbřežní zóně v dosahu vlnění a pod vlivem mořského příboje. Zde se tvořily příbojové facie složené z hrubých slepenců a bioklastických a mikritových vápenců. Mocnost vrstev je od 20 do 60 m (Čech et.al., 1980; Chlupáč et.al., 2002).

Následuje bělohorské souvrství, kdy docházelo k prohloubení a rozšíření oblasti mořské sedimentace. Na spodní poloze souvrství se nachází poloha glaukonitických jílovců, která ostře nasedá na podloží a vyznačuje stratigrafický hiát. V nadloží převládají tzv. opuky - světle šedé a žlutavé slínovce s prachovou příměsí, časté jsou i jehlice hub. V oblastech, kam zasahoval přínos písčitého materiálu převládají křemenné kvádrové pískovce. Nejvyšší část bělohorského souvrství odpovídá až střednímu turonu. Mocnost vrstev se pohybuje od 30 do 60 m v severní části pánve až kolem 130 m (Čech et.al., 1980; Chlupáč et.al., 2002).

Jizerské souvrství odpovídá střednímu až nejnižšímu svrchnímu turonu. Rozsah pánve se opět zvětšil a moře zalilo i nejvyšší místa. V místech s přínosem písčitého materiálu, hlavně na severu pánve se hromadily kvádrové a slínité pískovce, které na severním okraji dosáhli mocnost až 400 m. Ve vzdálenějších

místech se ukládají vápnité jílovce, slínovce a opuky. Vápnité facie jsou na rozdíl od pískovců bohaté na faunu (Macák et al., 1968; Chlupáč et al., 2002).

Teplické souvrství odpovídá nejvyššímu turonu až spodnímu koniak. Spodní hranice jednotky je ostrá a erozivní a na bázi je „koprolitová“ vrstva (jílovitý vápenec s glaukonitem, fosfátové hlízky, fosfatizované organické zbytky). V blízkosti této vrstvy leží tzv. koštické plošky z Lounska, ve kterých jsou dobře zachované drobné zkameněliny. Sedimentační prostor se opět prohlubuje a rozsah pánve je největší. Převládá sedimentace slínovců, vápenců, naopak pískovcová facie se zmenšila jen na severní oblast. Mocnost vrstev je v rozmezí 30-80 m, v okolí Hradce Králové je to 100-110 m. Ve svrchní části souvrství lze vymezit vrstvy rohatecké, které jsou charakteristické mělkovodními mořskými jílovci až slínovci s vložkami silicifikovaných sedimentů, nebo vápenatých jílovců a slínovců. Zdrojem oxidu křemičitého byly nejspíš kostry křemičitých hub (Čech et.al., 1980; Chlupáč et.al., 2002).

Březenské souvrství, spodní coniak až spodní santon, tvoří většinou nejvyšší část pánevní výplně, která je už značně redukována erozí. Zachováno je v Českém středohoří, kde ho před odnosem uchránil pokryv terciérních neovulkanitů. Charakteristický je samostatný vývoj odlišný od jiných středoevropských pánví. Ten byl podmíněn zrychlenou subsidencí a reorganizací pánve. Facie kvádrových pískovců má opět větší rozsah, jak v severozápadní části tak i jihovýchodní části. V přechodné facii se střídají vápnité jílovce a prachovce s vložkami pískovců. Takový charakter vrstev připomíná flyšový vývoj, ale fauna nenasvědčuje o hlubokovodním prostředí, takže lze pískovcové vložky považovat za uloženy mořských bouří - tempestity. V klidné, hlubší centrální části pánve se usazovaly vápnité jílovce a slínovce. Pískovce ve svrchní části ukazují na regresi a změlčování

moře. Lokalita podle které je celé souvrství pojmenováno je Březno u Loun (Chlupáč et.al., 2002).

Nejmladším souvrstvím je souvrství merboltické, které je zachované jen pod Českým středohořím, jako denudační zbytky. Jedná se hlavně o pískovce a lze jej považovat za regresní souvrství. Fauna i flora je dosti chudá (Chlupáč et.al., 2002). Vrstvy jsou v české křídové pánvi uloženy vodorovně, nebo jen s mírným úklonem. Koncem křídý a v terciéru byly postiženy tzv. saxonskou tektonikou, která se projevila zlomy. Podél těchto zlomů došlo k vertikálním pohybům. K těmto zlomům patří i lužická porucha omezující pánev na severu od Drážďan severním Polabím, přes SV Čechy na SZ Moravu a místy může mít charakter přesmyku. Krystalinické, permské nebo jurské horniny se přesunuly přes křídové sedimenty a ve východní části pánve jsou uloženy mírně zvrásněny do struktur SZ - JV směru (Chlupáč et.al., 2002).

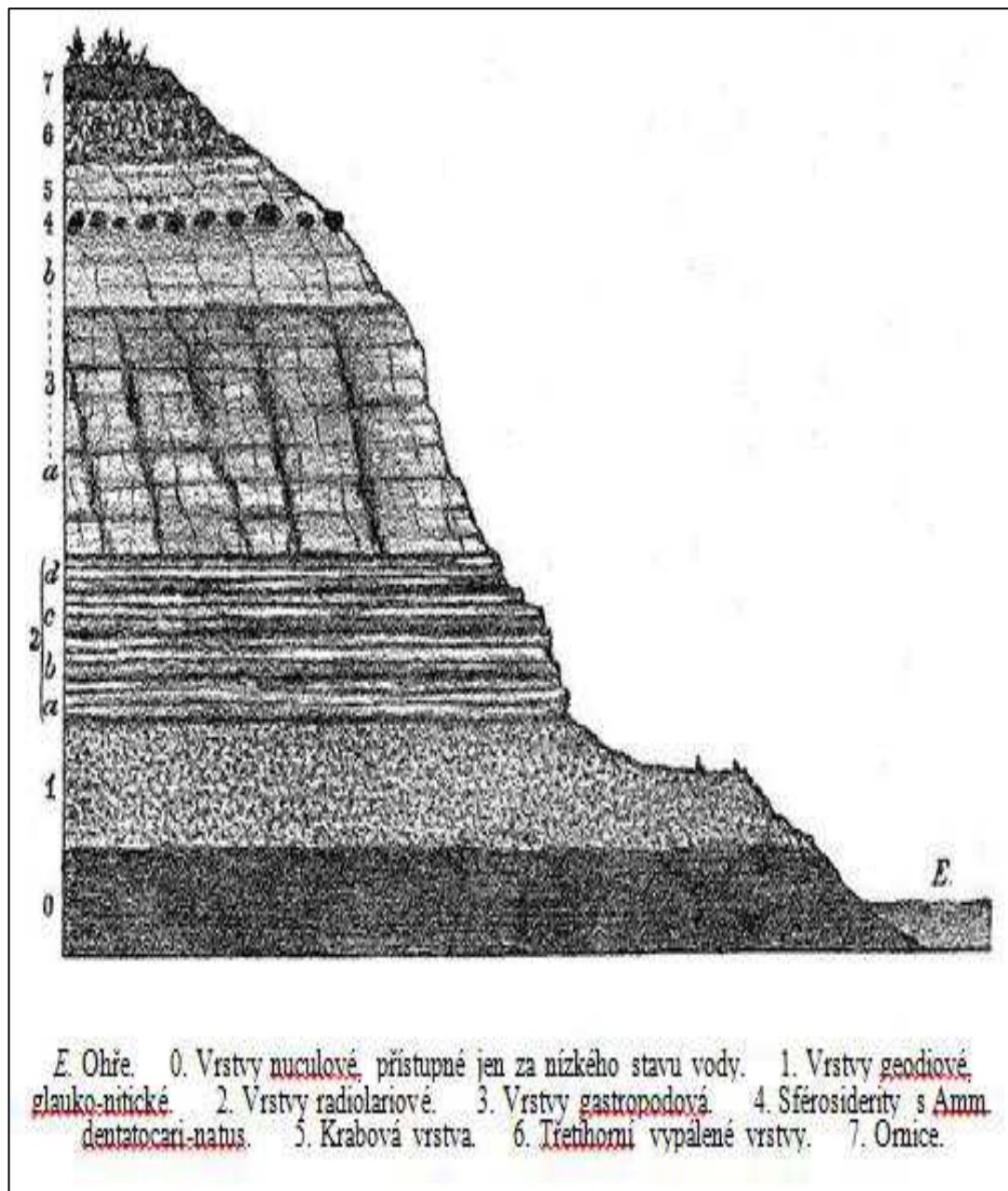
4.2 Lokalita Březno u Loun

(50°21'23.864"N, 13°44'16.919"E)

Březno se nachází v severozápadních Čechách blízko Loun. Lokalita je situována na pravém břehu řeky Ohře na východním konci vesnice. Vrstvy coniackého stáří mají mocnost kolem 30 metrů, ale velká část je narušena sesuvy půdy (Pokorný et.al., 1983). V současné době je horní část profilu poškozována sesuvy.

Lokalita byla poprvé popsána Reussem (1845-1846) , který popsal mnoho druhů fauny. Základní profil březenským vrchem byl nakreslen v práci A. Friče (1894), který zde rozlišil šest jednotek (obr. 7). Od spodu nahoru to jsou nukulové vrstvy, geodiové vrstvy, radiolariové vrstvy, gastropodové vrstvy, sferosideritové

vrstvy a krabové vrstvy a určil je jako spodnosenonské (Pokorný et.al., 1983; Čech & Švábenická, 1992).



Obr. 7. Základní březenský profil nakreslen A. Fričem (Frič, 1894-upraveno)

Coniacké stáří bylo později stanoveno Soukupem (1955). Siblík (1958) zde studoval v nejnižší části profilu amonitovou faunu a našel zde coniacké druhy, takže stanovené coniacké stratigrafické určení se shoduje se Soukupovým. Štemproková (1963) našla v nejspodnější části druh *Eouvigerina serrata*

(Chapman), který v české křídě nalezla poprvé v nejvyšší části 10c, která je považována za spodní část coniacku. Petrograficky byly jednotlivé vrstvy studovány I. Turnovcem (1966) a vyhodnoceny, jako středně pevné glaukonitické jílovito - vápnité prachovce. Větráním dochází k rezavému zabarvení a také jsou časté pyritové konkrece. Z mikrofauny byly studovány foraminifery např. Čepkovou (1969), Štemprokovou (1968; in Pokorný et al., 1983), ostrakodi Pokorným (in Pokorný et al., 1983) a nanoplakton např. Švábenickou (in Čech & Švábenická, 1992).

Dnešní litostratigrafické studie české křídové pánve (Čech et.al., 1980) ukazují, že do březenského souvrství se mohou řadit vrstvy gastropodové, sferosideritové a krabové. Vrstvy geodiové a radiolariové se řadí k vrstvám rohateckým a nukulové vrstvy k teplickému souvrství.

Nukulové vrstvy (odkrytá vrstva 1-1,5 m) se nacházejí v úrovni hladiny Ohře a jsou charakteristické tmavě šedými vápenatými jílovci s tenkými vložkami vápenato-jílovotých prachovců (Pokorný et.al., 1983; Čech & Švábenická, 1992).

Geodiové a radiolariové vrstvy (mocnost 18 m) jsou charakteristické zelenošedými vápenato-jílovitými prachovci a jemnozrnnými pískovci se střídajícími se vrstvami tmavě šedých vápenatých jílovců. Vrstvy obsahují podle práce I. Turnovce 25% glaukonitu, 20% karbonátů a 10-15% pyritu (Pokorný et.al., 1983; Čech & Švábenická, 1992).

Gastropodové vrstvy jsou na své bázi poznamenány litologickými změnami. Mají mocnost asi 12,5 metru a jsou charakteristické šedožlutými, šedými vápenato-prachovitými jílovci. Podle Turnovce obsahují asi 15% karbonátů, 5% glaukonitu a pyritu 10-15% (Pokorný et.al., 1983; Čech & Švábenická, 1992).

Sferosideritové vrstvy mají mocnost asi 3 metry. Jsou ohraničeny na spodku a na vrcholu vrstvami pelosideritických konkrecí. Jsou charakteristické šedými vápenato-jílovitými prachovci, které jsou ve vlhkém stavu hodně plastické. Pelosideritické žlutohnědé až červenohnědé konkrece mohou mít průměr 10-60 centimetrů. Glaukonit se zde téměř nevyskytuje, naopak pyrit je častý (Pokorný et.al., 1983; Čech & Švábenická, 1992).

Krabové vrstvy mají neúplnou mocnost asi 3,5 metru. Jsou charakteristické žlutošedými a oranžovými vápenitými prachovci s obsahem karbonátů kolem 25 % (Pokorný et.al., 1983; Čech & Švábenická, 1992).

Lokalita je bohatá na mikrofaunu i makrofaunu a obsahuje více jak 300 druhů fauny. Na makrofaunu jsou bohaté hlavně nižší vrstvy. Hojně jsou hlavně mlži, amoniti a plži. S výjimkou nejnižší části gastropodových vrstev a krabových vrstev jsou z mikrofauny nejhojnější foraminifery, ostrakodi a vápnitý nanoplankton (Pokorný et.al., 1983; Čech & Švábenická, 1992).

5. FORAMINIFERY V KŘÍDĚ

Pro rozvoj foraminifer je křída velmi příznivé období, jelikož se v této době rozšířily do širokého spektra nik. Lze tedy vymezit různé oblasti prostředí ve kterých se nalézaly, od lagun a mokřin až po abysální plošiny. Vyrovnané podnebí, rozšiřování mělkých šelfových moří a globální teplý aktivní systém Tethys, byly zodpovědné za velkou migraci a geografickou rozmanitost křídových foraminifer. Během křídy a na konci křídy, který je ve znamení velkého vymírání na hranici křída-terciér, vymírá velká většina planktonních rodů stejně jako bentos obývající mělké prostředí (Boersma, 1998).

6. HISTORIE VÝZKUMU FORAMINIFER KŘÍDOVÉHO ÚTVARU NA NAŠEM ÚZEMÍ

Mezi nejstarší práce o foraminiferách české křídly patří publikace od Reusse (1844), kde jsou popsány některé foraminifery, ale ještě bez vyobrazení. Poté vychází od Reusse (1845-1846) rozsáhlá studie o fauně české křídly. Velká část je věnována foraminiferám zpracovaným ze středního turonu až coniacu nejvíce z oblastí okolo Loun, Bíliny a Roudnice. Je zde popsáno mnoho nových druhů, ale s celkem krátkými popisy a malými obrázky. Přesto je tato práce základním dílem k dalšímu studiu foraminifer nejen z české křídové pánve, ale celé severní evropské oblasti.

Studiem foraminifer z širšího okolí Děčína se zabýval F. Matouschek (1895) především z březenských vrstev. Ve své práci popsal 9 nových druhů a srovnává rozšíření českých druhů s druhy ze saské křídly.

Dalším autorem, který se zabýval v 19. století studiu foraminifer české křídly byl Perner (1892, 1897), v jehož knihách jsou u jednotlivých druhů delší popisy s lepším vyobrazením. Studoval foraminifery především ze spodního turonu z okolí Kutné Hory a popsal mnoho nových druhů především z lokalit Kaňk a Kamajka.

V první polovině 20.století studoval křídové paleoasociace v okolí Litoměřic (Skalice, Libochovany, Lovoč atd.) Storm (1929,1931), který z těchto lokalit popsal 5 nových druhů. Druhá práce je zaměřena na stratigrafii studovaného území. Asociace foraminifer je na lokalitě Skalice určena Stormem a Brotzenem jako turonská. Štemproková tuto lokalitu zařadila do coniacu X e,f.

Cushman (1937a, 1937b) ve svých monografiích o čeledi Valvulinidae a Verneulinidae vyobrazil mnohé originály druhů, které popsal z české křídý Reuss (1845-1846). Využil originálů které byly uloženy ve vídeňských sbírkách, ale tyto originály jsou dnes již ztraceny.

Od druhé poloviny 20. století až dodnes se zabývají výzkumem svrchnokřídových foraminifer české křídové pánve J. Hercogová, D. Štemproková-Jírová a L. Hradecká.

Hercogová (1982) podrobně zpracovala rody *Palmula* Lea, 1833 a *Neoflabellina* Bartenstein, 1948 , v roce 1984 rod *Gaudryina* d'Orbigny, 1839, rod *Fronicularia* Defrance, 1826 (Hercogová, 1985) a rody *Acruliammina* Loeblich & Tappan, 1946, *Bdelloidina* Carter, 1877 a *Axicolumela* n.gen. (Hercogová, 1988). Mikrobiostratigraficky vyhodnotila sedimenty v několika vrtech například Záhoří u Žatce (Hercogová, 1959) atd.

Štemproková-Jírová (1956; 1970) se zabývala výskytem planktonických foraminifer například rody *Marginotruncana* Hofker, 1956, *Globotruncana* Cushman, 1927, *Rotalipora* Brotzen, 1942. Z bentózních studovala například rod *Stensiöina* Brotzen, 1936 (Jírová, 1958) *Praebulimina* Hofker, 1953 (Štemproková, 1975; 1976) *Eouvigerina* Cushman, 1926 (Štemproková, 1963b; 1967a), *Tappanina* Montanaro-Gallitelli, 1955 a *Loxostomum* Ehrenberg, 1954 (Štemproková, 1963c), druh *Spiroplectinata westfalica* Olbertz, 1942 (Štemproková, 1967b). Díky těmto studiím bylo umožněno korelovat stáří souvrství v oblastech české křídý a poté porovnat s křídou evropskou. V některých pracích byla použita biometrická měření schránek foraminifer, která přinesla lepší náhled na evoluci foraminifer a přesnější hodnocení sedimentů z hlediska biostratigrafie a paleoekologie. V české křídové pánvi byl studován poměr

plankton/bentos a touto metodou byly ověřeny okrajové části pánve SV od Prahy a centrální části např. Bříza u Hradce Králové. Tato metoda byla doplněna statistickým vyhodnocením morfotypů v jednotlivých sedimentárních sekvencích české křídové pánve. Další studia analyzovala dvě planktonické složky, kýlovité foraminifery a druhy todu *Hedbergella* (Štemproková, 1992). V praxi tyto výsledky posloužily při vyhodnocování sedimentů z vrtů pro vodní zdroje (okolí Roudnice, Loun) pro Ústřední geologický ústav např. Borek u Holic (Štemproková, 1963a), a pro větší počet vrtů pro Uranový průmysl např. Bříza u Hradce Králové (Štemproková, 1987).

Hradecká (1996) studovala fylogenetické linie rodů *Gavelinella* Brotzen, 1942 a *Lingulogavelinella* Malapris, 1965. Hradecká (1985) mikrobiostratigraficky řeší hranici mezi spodním a středním turonem, v dalších pracích už především řeší hranici cenoman-spodní turon (např. Hradecká, 1991), kde se zabývala změnami foraminiferových paleoasociací vztahujících se k této hranici. Dále vyhodnocovala profily ve vrtech, například Kouty u Poděbrad (Hradecká et al., 1997b) a mikropaleontologicky vyhodnotila křídové profily například Úpohlavy (Hradecká, 1997a; 1999). V posledních letech studuje foraminiferová společenstva ze svrchnokřídových sedimentů v Rakousku ve spolupráci s Geologickou službou Rakouska (Hradecká, 2003).

Všechny tyto studie byly úspěšně použity pro rozsáhlé biostratigrafické hodnocení sedimentů v České křídové pánvi.

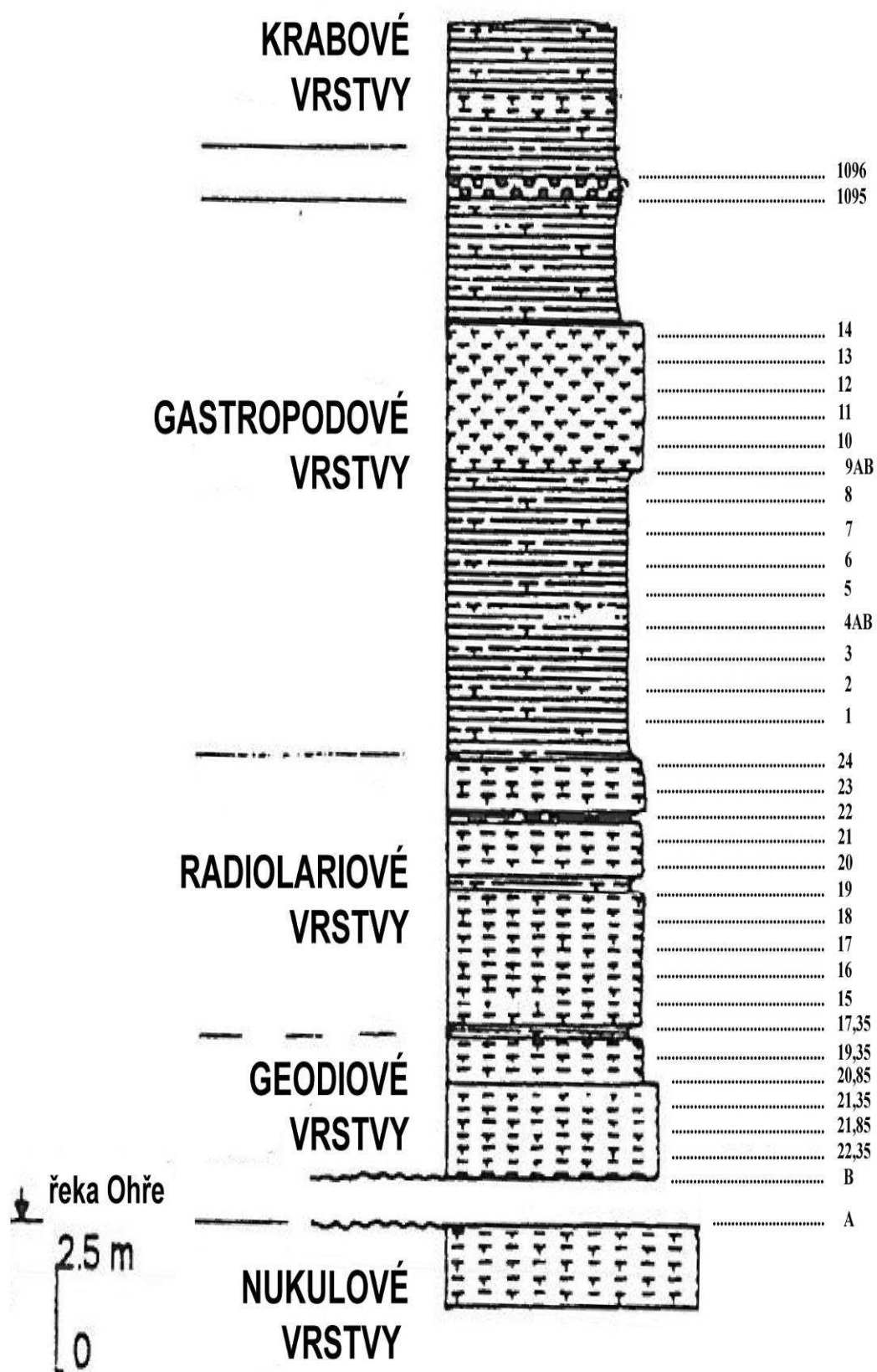
7. METODIKA

Na lokalitě Březno bylo odebráno dohromady 26 vzorků (obr.9). Z radiolariových vrstev byly odebrány vzorky 15-24 a z gastropodových vrstev vzorky 1-14. Pro doplnění profilu o vzorky z vrstev geodiových a sférosideritových mi doc. Štemproková poskytla svoje výplavy a výplavy z Českého geologického ústavu odebrány Valečkou v roce 1993. Z nukulových vrstev je to vzorek A u hladiny Ohře, z geodiových vrstev vzorek B na bázi geodiových vrstev a vzorky 22,35, 21,85, 21,35, 20,85, 19,35. Z radiolariových vrstev je to vzorek 17,35 na bázi vrstev. Z sférosideritových vrstev jsou to vzorky 1095 a 1096. Dohromady byl profil doplněn o 10 vzorků.

Odebrané vzorky byly poté namočený do vody a zmrazeny v mrazáku. Poté byly vzorky vyjmuty a ponechány k rozmrazení. Takto vzniklá horninová rezidua byla posléze plavena na síť s průměrem ok 0,063 mm.

Po vysušení výplavu se nasype tenká vrstva na vybírací ploténku, která se umístí pod binokulární lupy. Ze vzorku se mikrofauna vybírá pomocí jehly nebo štětečkem a umísťuje se do Frankeho schránek, které se poté opatří popiskem.

Vybrané druhy byly vyfotografovány pod elektronovým mikroskopem. Elektronový mikroskop se používá pro pozorování detailů povrchu schránek. Jednotlivé exempláře se nalepí na oboustranně lepící pásku do řad. Poté se páska připevní k podložce z vodivého materiálu a celá se pokoví vrstvičkou zlata, aby se elektrony lépe odrážely a vytvořil se lepší obraz. Po vložení podložky do vakuové komory se pořídí snímky jednotlivých exemplářů, nebo detailů schránek.



Obr. 9: Umístění vzorků v profilu lokality Březno (Čech, Štemproková 1996-nepublikováno, upraveno)

8. VÝSLEDKY

Z odebraných vzorků, obsahovalo foraminifery jen 10 vzorků a to vzorky 15 a 17 z radiolariových vrstev a z gastropodových vrstev vzorky 2, 3, 4 AB (světlá i tmavá frakce), 7, 9, 10, 11. To může mít různé příčiny. Například sesuvy a splachy, které znehodnocují profil, nevhodné podmínky pro život, nebo se společenstva sekundárně v sedimentu nezachovaly - rozpouštění apod.

Dohromady tedy byly foraminifery vyhodnoceny z 20 vzorků, které zastupují vrstvy nukulové, geodiové, radiolariové, gastropodové a sferosideritové.

Ve vzorku z nukulových jsou foraminifery zastoupeny méně, heteroheliciidi zde téměř nejsou.

Ve vzorcích z geodiových vrstev jsou foraminiferová společenstva zastoupena nejvíce co se počtu jedinců týče. Planktonické foraminifery zde dosahují největšího počtu.

Ve vzorcích z radiolariových vrstev jsou foraminifery bohatě zastoupeny jen na bázi a ve vyšších částech jejich počet klesá. Nejvíce heteroheliciidů bylo v těchto vrstvách zastoupeno ve vzorku 17,35, který se nachází přímo na přechodu z geodiových vrstev do radiolariových vrstev. Také počet druhů z čeledí Lagenidae, Nodosariidae a Vaginulinidae je zde větší.

Ve vzorcích z gastropodových vrstev se počet foraminifer zvyšuje i diversita společenstev planktonických i bentožních foraminifer je vysoká. Hojně jsou zastoupené kýlové planktonické foraminifery. Ve vzorcích ze sférosideritových vrstev se tento stav výrazně nemění.

8.1 Systematická část

Systematika je podle Loeblich a Tappan (1987)

8.1.1 Čeleď Heterohelcidae

Heterohelix byl prvním popsaným rodem křídových heterohelcidů s charakteristicky biseriální schránkou s planispirálním počátečním stadiem. *Heterohelix* bylo původně pojmenování pro jediný druh *Textilaria americana* Ehrenberg, 1843. Poté byl popsán nový rod a druh *Spiroplecta americana* Ehrenberg, 1844, který má stejně jako *Heterohelix* biseriální schránku s počátečním spirálním stadiem a jeho stručný popis *Heterohelix* nezmiňuje. Ehrenbergův taxonomický systém byl špatně pochopen dalšími badateli. Například Reuss (1845) pokračuje s používáním názvu *Textilaria*. Cushman (1928) doporučil používat název *Heterohelix* namísto *Spiroplecta*, protože *Heterohelix* byl popsán dříve. Heterohelcidní taxonomie byla propracována popisem rodu *Guembelina*, který zahrnoval i druhy bez planispirálního počátečního stadia a předpokládal, že přítomnost nebo absence počáteční spirály je důsledek střídání generací (Georgescu & Huber, 2009).

Platnost rodu *Guembelina* byla později odmítnuta Montanaro Gallitelli (1957) a Loeblich a Tappan (1961) a výsledkem bylo, že všechny heterohelcidní druhy s plně biseriální schránkou nehledě na počáteční spirálu byly zahrnuty do rodu *Heterohelix* (Georgescu & Huber, 2009).

Mimo počáteční stadia schránky měli *Heterohelix* a *Guembelina* homogenní i další znaky, jako kulovitý tvar komůrek, povrch schránky zbrzděný zarovnanými osténky tvořící jemnou striaci, jednoduché ústí a počáteční spirálu tvořící 5-6

komůrek. Rozdíly byly zanedbatelné ale odůvodňovaly následné rodové rozdělení (Montanaro Gallitelli, 1957).

Na základě sice malého počtu morfologických znaků, které byly považovány za taxonomicky významné, byly vymezeny další čtyři rody, které mají kompletně biseriální schránku stejně jako *Heterohelix*: *Pseudotextularia* Rzehak, 1891, *Pseudoguembelina* Brönnimann and Brown, 1953, *Sigalia* Weiss, 1957 a *Laeviheterohelix* Nedebragt, 1991 (Georgescu & Huber, 2009).

Podle nejnovějších studií byla systematika čeledi Heterohelcidae přehodnocena a jak ukazuje podrobné systematické studium, je tato skupina daleko rozmanitější než se doposud myslelo. V rozmezí pozdního albu až raného cenomanu prošla tato skupina obdobím celkem pomalých evolučních změn, ale ve středním cenomanu zaznamenala prudký vývoj. Další velký rozvoj nastal od turonu do maastrichu. Dřívější zástupci skupiny z intervalu horního albu až spodního santonu mají obecně menší schránky, než zástupci intervalu svrchní santon-maastricht (Georgescu, 2009).

Přezkoumání taxonomického významu morfologických znaků heterohelcidních schránek, vede k závěru, že nejdůležitějšími znaky v jejich taxonomii jsou stavba schránky, souměrnost/nesouměrnost a charakter struktury kolem ústí, rozdílnost velikostí prolocula a druhé komůrky, skulptura schránky a velikost pórů (Georgescu & Huber, 2009).

Většina taxonů, kteří patří mezi heterohelcidy mají žebrovaný povrch, ale je zde i pár biseriálních taxonů, kteří mají schránku hladkou, nebo s póry na malých bradavičnatých výstupcích (např. *Laeviheterohelix*). Tento typ skulptury schránky se vyskytuje v intervalu turon-kampan (Georgescu, 2009).

Detailní pozorování schránek jedinců v elektronovém mikroskopu, vedlo k lepšímu pochopení morfologie schránky a variability struktur, jejichž taxonomický význam byl v minulosti opomíjen, protože tyto struktury nebylo možné pozorovat v klasickém optickém mikroskopu. U rodu *Laeviheterohelix* jsou to právě detaily, jako velikost bradavičnatých útvarů s póry, nebo přítomnost či nepřítomnost zbytkového žebrování. Zbytkové žebrování může posloužit k určení původu některých zcela hladkých druhů, nebo druhů s bradavičnatými útvary mezi žebrovanými (Georgescu, 2009).

Právě díky poslední velké taxonomické revize skupiny (Nederbragt, 1991) a popisu rodu *Laeviheterohelix* se začala struktura a skulptura schránky zohledňovat, jako významný taxonomický znak. Tento rod byl původně popsán, jako rod s hladkým povrchem a bradavčitými výstupky s póry na některých druzích. Typovým druhem byl vybrán *Laeviheterohelix pulchra* (Brotzen, 1936). Popis rodu zformalizoval rozdíly mezi druhy s hladkým povrchem a ostatními biseriálními (biseriálními-multiseriálními) křídovými foraminiferami s povrchem žebrovaným a toto stanovisko bylo uznáno následujícími studiemi křídových seriálních foraminifer (Georgescu, 2009).

Řád GLOBIGERINIDA Delage and Hérouard, 1896

Nadčeleď HETEROHELICACEA Cushman, 1927

Čeleď HETEROHELICIDAE Cushman, 1927

Rod *Heterohelix* Ehrenberg, 1843

Charakteristika:

Schránka je biseriální s komůrkami postupně se zvětšujícími, nebo s počátečním planispirálně stočeným stadiem, vápenatá, hyalinní a mikroperforátní. Schránka je z boku mírně stlačena. Komůrky mají kulovitý tvar. Švy jsou pokleslé a šikmé k ose.

Heterohelix globulosa (Ehrenberg), 1840

Tab. 1, obr. 3, 4

1840. *Textularia globulosa* Ehrenberg, Ehrenberg, pp.135, pl. 4, figs. 2,4,5,7,8

1928 *Textularia globulosa* (Ehrenberg), Franke, Die Foramin. der Ober. Kreide, pp.134, pl. 12, fig. 11

1946. *Guembelina globulosa* (Ehrenberg), Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp.106, pl. 45, fig 12a,b.

1957. *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), Loeblich, U.S. Nat. Mus. Bull., no. 215, pl. 31, fig. 14-15.

1970. *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), Hanzlíková, Rozpravy ÚÚG, vol. 39, pl. 23, fig. 3.

Charakteristika:

Schránka biseriální, 1-3 krát delší než široká, má tvar zploštělého kužele, který je široký na konci schránky, jednotlivé komůrky jsou nafouknuté skoro kulaté, na konci schránky výrazně větší, švy jsou viditelné a zaříznuté do schránky.

Diskuze:

Po přezkoumání Ehrenbergova originálního materiálu je *Heterohelix globulosa* považován za druh s kompletně žebrovaným povrchem, jelikož zástupci s úplně

hladkým povrchem nebyli nikdy hlášeni. Proto se po redefinici přijímá *H. globulosa*, jako žebrovaný druh (Georgescu & Huber, 2009).

Geografické rozšíření:

USA, Německo, Francie, Česko, Tunis, Nigerie, Čína.

***Heterohelix reussi* (Cushman), 1938**

Tab. 1, obr. 5

1938. *Gümbelina reussi* Cushman, Cushman, Lab. Foram. Research Contr., vol. 14, pp. 11, pl. 2, figs. 6-9

1946. *Gümbelina reussi* Cushman, Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp. 104, pl. 44, figs. 18, 19

1957. *Heterohelix reussi* (Cushman), Loeblich, U.S. Nat. Mus. Bull., no. 215, pl. 31, fig. 18.

1975. *Heterohelix reussi* (Cushman), Darmonian, Micropaleontology, vol. 21, no. 2, pl. 1, figs. 16-17

1980. *Heterohelix reussi* (Cushman), Peryt, Palaeont. Polonica, no. 41, pp.39, pl. 7, fig. 13

1991. *Heterohelix reussi* (Cushman), Štemproková-Jírová, Acta Univ. Carol.- Geo., no. 1-2, pl. 1, figs. 4a-b

Charakteristika:

Heterohelix reussi je podobný *Heterohelix globulosa* kulovitými komůrkami, což naznačuje jejich možnou příbuznost. Komůrky jsou více stlačené, žebrování trošku výraznější.

Geografické rozšíření:

USA, Anglie, Česko, Polsko, Irák, Pákistán, Austrálie.

***Heterohelix planata* (Cushman), 1938**

Tab. 1, obr. 1, 2

1938. *Gümbelina planata* Cushman, Lab. Foram. Research Contr., vol. 14, pp. 12, pl. 2, figs. 13,14

1946. *Gümbelina planata* Cushman, Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp. 105, pl. 45, figs. 6, 7

2004. *Heterohelix planata* (Cushman), Campbell, Cretac. Research, vol. 25, no. 6, pl. 13, figs. g,h,i,j

Charakteristika:

Schránka biseriální, stlačená, dole zúžená, poslední pár komůrek s největší šířkou, obvod v raných částech může být slabě kýlovitý, komůrky zpočátku kulovité poté široké, stlačené a v nejvyšších částech odděleny trojúhelníkovitými oblastmi, žebrované, švy pokleslé, zahnuté.

Geografické rozšíření:

USA, Česko, Austrálie, Afrika.

Rod *Laeviheterohelix* Nederbragt, 1991

Charakteristika:

Schránka je celá biseriální, nebo s počátečním multiseriálním stadiem, vápenatá, hyalinní, nanoperforátní až jemně pórovitá. Počáteční komůrky jsou kulovité až subkulovité směrem k nejmladším získávají ledvinovitý tvar, nebo zřídka až trubkovitý. Okraj schránky je zešíroka zaoblený bez okrajových struktur. Ústí je na konci poslední komůrky a je ohraničeno dvěma symetrickými obrubami. Na povrchu schránky jsou malá bradavičnaté útvary s malými póry u primitivnějších druhů a s větším průměrem pórů u druhů s počátečním multiseriálním stadiem.

Laeviheterohelix pulchra (Brotzen), 1936

Tab. 2, obr. 1-6

1936. *Guembelina pulchra* Brotzen, Brotzen, Sveri. Geol. Undersok., pp. 121, pl.9, fig. 3

1946. *Guembelina pseudotessera* Cushman, Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp. 106, pl. 45, figs. 16-20

1967. *Heterohelix pulchra* (Brotzen), Pessagno, Palaeonto. Amer. vol. 5, no. 37, pp. 262, pl. 87, fig. 4

1970. *Heterohelix pulchra* (Brotzen), Hanzlíková, Rozpravy ÚÚG, vol. 39, pl. 23, fig. 10

1980. *Heterohelix pulchra* (Brotzen), Peryt, Palaeont. Polonica, no. 41, pp. 37, pl. 3, fig. 8

2009. *Laeviheterohelix pulchra* (Brotzen), Georgescu, Rev. Mex. De Cienc. Geol., vol. 26, no. 2, fig. 7,8

Charakteristika:

Schránka je vápenatá, biseriální, skládající se z 10 až 16 komůrek. Počáteční komůrky jsou kulovitěho tvaru, poslední jsou nakloněny k ose růstu schránky a mají spíše ledvinovitý tvar. Švy jsou rovné až mírně zahnuté, pokleslé a šikmé. Ústí je polokruhové, nachází se na poslední komůrce a je ohraničeno dvěma symetrickými obrubami. Povrch schránky je hladký, nebo zdoben póry, které se nacházejí na malých bradavičnatých útvarech.

Poznámky: Nalezení a vyobrazení jedinci mají povrch schránky hladký s místy pokrytými bradavičnatými útvary, které jsou někde více patrné, jinde velice drobné, na poslední komůrce se nenacházejí vůbec.

Geografické rozšíření:

USA, Kanada, Švédsko, Francie, Německo, Polsko, Česko, Itálie, Tunisko, Irák.

8.1.2 Nadčeleď Nodosariacea

Původně všechny rody patřící do nadčeledi Nodosariacea, které v této práci popisují, patřily pod jednu jedinou čeleď, a to čeleď Lagenidae Reuss, 1862. Dnes jsou podle Loeblich a Tappan (1987) rozřazeny do čeledí Lagenidae, Nodosariidae a Vaginulinidae. V čeledi Lagenidae zůstal jen rod Lagenina.

Přesný původ těchto rodů není dostatečně známý, ale nejstarší tvary foraminifer, které se k nim přiřazují jsou známy z devonu. Pravděpodobně vznikly z planispirálně vinutého předka, z kterého se později vyvinuly nevinuté tvary. Lze sledovat několik fylogeneticko-morfogenetických řad. Například od spirálně svinutého předka přes stadia rodu Marginulina d'Orbigny, 1826, Dentalina Risso, 1826, Nodosaria Lamarck, 1812 k jednokomůrkovému rodu Lagenina Walker & Jacob, 1798, jiná vede k rodu Palmula Lea, 1833 a Frondicularia DeFrance, 1826, které mají komůrky ve tvaru obráceného V (Pokorný, 1954).

Největšího rozkvětu dosáhly tyto rody v juře. V triasových a jurských společenstvech foraminifer jsou převládající složkou. V té době se hojně vyskytovaly v mělkovodním prostředí, zatímco recentní druhy mají maximum výskytu posunuto až pod fotickou zónu (Pokorný, 1954).

Rodové rozčlenění bylo stanoveno převážně na studiu recentního materiálu, kde mnohé typy chyběly a proto bylo těžké rozčlenit je, aby klasifikace odpovídala

přirozenému systému. Některé rody byly hrubě definovány jen na základě vnější morfologie, která je dost variabilní, protože jednotlivé „rody“ do sebe často přecházejí. Takže začlenění některých druhů k určitému rodu bylo subjektivní (Pokorný, 1954).

Řád LAGENIDA Delage & Hérouard, 1896

Nadčeleď NODOSARIACEA Ehrenberg, 1838

Čeleď LAGENIDAE Reuss, 1862

Rod *Lagena* Walker & Jacob, 1798

Charakteristika:

Schránka jednokomůrková často silně skulpturovaná, ústí paprskité, oválné, okrouhlé, nebo štěrbinovité někdy se nacházející na krčku.

Lagena hispida Reuss, 1858

Tab. 3, obr. 1

1863. *Lagena hispida* Reuss, Reuss, Foraminif.-familie der Lagenideen, pp. 335, pl. 6, figs. 77-79

1946. *Lagena hispida* (Reuss), Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp. 93, pl. 39, fig. 13

1958. *Lagena hispida* (Reuss), Pożaryska, Palaentol. Polonica, no. 8, pp. 47, pl. 2, fig. 8, pl. 3, fig. 3

Charakteristika:

Schránka kulovitého, elipsoidního tvaru, základna zaoblená nebo zužující se, ústí na konci úzkého krčku, povrch schránky včetně krčku je pokryt nestejně dlouhými četnými trny.

Variabilita: Schránka může být kulovitá nebo mít spíše vejčitý tvar, mnou vyobrazený jedinec je kulovitý typ.

Geografické rozšíření:

USA, Německo, Francie, Česko, Polsko

***Lagena* cf. *apiculata*, (Reuss), 1850**

Tab. 3, obr. 2

1850. *Oolina apiculata* Reuss, Haidinger Naturwiss. Abh. vol. 4, pp. 22, pl. 1, fig. 1

Charakteristika:

Schránka jednokomůrková, oválná, s bazálním trnem, ústí jednoduché na konci krčku.

Poznámka: Mnou vyobrazený jedinec má hladkou schránku, bazální trn a krček, v práci Pozaryske (1958) je *Lagena apiculata* vyobrazena s delším trnem a ne tak výrazným krčkem, ten je podobný spíš jako u druhu *Lagena vulgaris*, ale ta má spíš kulovitý tvar a bez trnu. Cushman (1946) má vyobrazený druh také s nevýrazným krčkem. Franke (1928) má vyobrazený druh *Lagena apiculata* také s menším krčkem.

Řád LAGENIDA Delage & Hérouard, 1896

Nadčeleď NODOSARIACEA Ehrenberg, 1838

Čeleď NODOSARIIDAE Ehrenberg, 1838

Podčeleď NODOSARIINAE Ehrenberg, 1838

Rod *Dentalina* Risso, 1826

Charakteristika:

Komůrky jsou seřazené v jedné lehce prohnuté linii, švy jsou alespoň v počátečním stadiu šikmé, ústí paprscité

Dentalina gracilis d'Orbigny, 1840

Tab. 3, obr. 3

1840. *Dentalina gracilis* d'Orbigny, d'Orbigny, Foraminif. de la craie blanche..., pp. 14, pl. 1, fig. 5

1946. *Dentalina gracilis* (d'Orbigny), Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp. 65, pl. 23, figs. 3-6

1958. *Dentalina gracilis* (d'Orbigny), Pożaryska, Palaentol. Polonica, no. 8, pp. 80, pl. 7, fig. 1

1970. *Dentalina gracilis* (d'Orbigny), Hanzlíková, Rozpravy ÚÚG, vol. 39, pl. 14, fig. 7

Charakteristika:

Schránka dlouhá, složená z 8 a více komůrek, v počátečním stadiu komůrky nejsou tak dlouhé jako v pozdějších, švy zakleslé rovné nebo mírně šikmé, ústí na konci poslední komůrky, povrch schránky hladký.

Poznámka: Nebyla nalezena žádná schránka v celku, jen jejich části. Počátek schránky může mít drobný trn.

Geografické rozšíření:

USA, Francie, Česko, Polsko

Rod *Nodosaria* Lamarck, 1812

Charakteristika:

Komůrky jsou seřazené v jedné lehce prohnuté linii, švy jsou alespoň v počátečním stadiu šikmé, ústí paprscité.

Nodosaria obscura Reuss, 1846

Tab. 3, obr. 4

1845/46. *Nodosaria obscura* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor., pl.13, figs. 7-9

1929. *Nodosaria obscura* (Reuss), Storm, Auszüge unveröffentlicher Dissertat., pl. 1, figs. 1-4

1936. *Nodosaria obscura* (Reuss), Brotzen, Sveri. Geol. Undersok., pp. 84, pl. 5, figs. 24, 25

1946. *Nodosaria obscura* (Reuss), Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp. 73, pl. 26, figs. 15-16

1958. *Nodosaria obscura* (Reuss), Pożaryska, Palaentol. Polonica, no. 8, pp. 8, pl. 8, fig. 5

Charakteristika:

Schránka různé délky, nejširší na konci s ústím, počáteční konec je obvykle špičatý, někdy s trnem, komůrky často zakryty skulpturací schránky, švy často nezřetelné, nezakleslé, stěna zdobena podélnými žebry po celé délce, okolo ústí se mohou zhušťovat, ústí koncové.

Variabilita: Schránka může mít velice různé tvary od kratších a tlustších jako v práci Porazyske (1958) a Cushmana (1946) nebo delší a štíhlejší jako v práci Frankeho (1928) a mnou vyobrazený jedinec.

Geografické rozšíření:

USA, Francie, Německo, Švédsko, Česko, Polsko.

Nodosaria oligostegia Reuss, 1845

Tab. 3, obr. 5, 6

1845. *Nodosaria oligostegia* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor., pl.13, figs. 19, 20

1928. *Dentalina oligostegia* (Reuss), Franke, Die Foramin. der Ober. Kreide, pl. 2, figs. 9,10

1951. *Nodosaria oligostegia* (Reuss), Noth, Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, no. 3, pp. 56, pl. 2, fig. 23

Charakteristika:

Dvě komůrky, první je více kulatá, druhá je spíše oválná, ústí terminální.

Variabilita: Schránka má většinou komůrky dvě, jak je vidět na obrázcích, ale může se objevit i se třemi (Franke 1928)

Geografické rozšíření:

Německo, Česko.

Nodosaria zippei Reuss, 1845

Tab. 4, obr. 1, 2

1845/46. *Nodosaria zippei* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor., pp 25, pl.8, figs. 1-3

1936. *Nodosaria zippei* (Reuss), Brotzen, Sveri. Geol. Undersok., pp. 82, pl. 5, fig. 12

1958. *Nodosaria zippei* (Reuss), Pożaryska, Palaentol. Polonica, no. 8, pp. 72, pl. 9, fig. 13

Charakteristika:

Schránka podlouhlá, jednotlivé komůrky jsou zaoblené, švy jsou vidět méně, schránka skulpturovaná výraznými žebry, ústí terminální na výrazném konci schránky.

Geografické rozšíření:

USA, Švédsko, Česko, Polsko, Austrálie

Podčeleď FRONDICULARIINAE Reuss, 1860

Rod *Frondicularia* Defrance, 1826

Charakteristika:

Schránka z boku silně zploštělá, komůrky ve tvaru obráceného V, ústí terminální
paprsčité

Frondicularia cordai Reuss, 1845

Tab. 4, obr. 3

1845/46. *Frondicularia cordai* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor pp.

31, pl.8, figs. 26-28, pl. 13, fig. 41, pl. 24, fig. 38

1980. *Frondicularia cordai* (Reuss), Gawor-Biedowa, Acta Palaento. Polonica, vol.

25. no.1, pl. 3, figs. 3,4

Charakteristika:

Široká trojúhelníkovitá, srdčitá schránka, komůrky úzké, počáteční komůrka oválná
a žebrovaná.

Geografické rozšíření:

Švédsko, Německo, Česko, Polsko

***Fronicularia* cf. *tenuis* Reuss, 1845**

Tab. 4, obr. 4

1845/46. *Fronicularia tenuis* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor., pp. 30, pl. 8, fig. 25

Charakteristika:

Schránka úzká, kopinatá, počáteční komůrka kulovitá s 1-3 žebry.

Poznámka: Schránky ve vzorcích nebyly celé, ale polámané. Z jejich pozorování předpokládám, že se jedná o druh *Fronicularia tenuis*.

***Fronicularia turgida* Reuss, 1846**

Tab. 4, obr. 5, 6

1845/46. *Fronicularia turgida* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor., pp. 107, pl. 24, figs. 41, 44

1928. *Fronicularia turgida* (Reuss), Franke, Die Foramin. der Ober. Kreide , pp. 64, pl. 5, fig. 12

Charakteristika:

Schránka malá, skládající se ze 2, vzácně ze 3 komůrek, první komůrka kulovitá se žebry, další komůrka plochá, ústí terminální paprscité.

Variabilita: Schránka může být s výraznějším zakončením první oválnější komůrky a širší druhou komůrkou, jako na obr. 5, nebo s první komůrkou kulatější zakončenou drobným trnem a užší, protáhlejší druhou komůrkou, jako na obr. 6.

Geografické rozšíření:

Německo, Česko.

Řád LAGENIDA Delage & Hérouard, 1896

Nadčeleď NODOSARIACEA Ehrenberg, 1838

Čeleď VAGINULINIDAE Reuss, 1860

Podčeleď LENTICULININAE Chapman, Paar & Collins, 1934

Rod *Lenticulina* Lamarck, 1804

Charakteristika:

Schránka planispirální involutní, komůrky trojúhelníkovité, ústí na vnějším rohu čelní strany, paprsčité

Lenticulina ovalis (Reuss), 1845

Tab. 5, obr. 1

1845/46. *Cristellaria ovalis* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor, pp. 34, pl. 12, fig. 19, pl. 13, fig. 62

1958. *Lenticulina ovalis* (Reuss), Pożaryska, Palaentol. Polonica, no. 8, pp. 126, pl. 15, fig. 4.

Charakteristika:

Schránka diskoidní, na jedné straně zkrácená, tlustá, ústní strana trojúhelníkovitá, rovná, ústí paprsčité na vrcholu poslední komůrky, povrch schránky hladký

Geografické rozšíření:

Německo, Švédsko, Česko, Polsko, Austrálie.

***Lenticulina lobata* (Reuss), 1846**

Tab. 5, obr. 2

1845/46. *Cristellaria lobata* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor, pp.

34, pl. 13, figs. 5, 9ab

1958. *Lenticulina lobata* (Reuss), Pożaryska, Palaentol. Polonica, no. 8, pp. 124, pl.

15, fig. 1

Charakteristika:

Schránka diskoidní, oválná, tlustá, ústní strana vypouklá, ústí malé paprsčité na konci poslední komůrky, povrch schránky hladký.

Geografické rozšíření:

Německo, Švédsko, Česko, Polsko.

Podčeleď MARGINULININAE Wedekind, 1937

Rod ***Marginulina***, d'Orbigny, 1826

Charakteristika:

Schránka zpočátku planispirální, potom přímá, poslední komůrky nafouknuté, ústí paprsčité, rod spojen přechody s rodem *Lenticulina* a rodem *Dentalina*

***Marginulina bullata* Reuss, 1846**

Tab. 5, obr. 3

1845/46. *Marginulina bullata* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor. pp.29, pl. 13, figs. 34-38

1928. *Marginulina bullata* (Reuss), Franke, Die Foramin. der Ober. Kreide. . pp. 76, pl. 6, fig. 28

1946. *Marginulina bullata* (Reuss) (Reuss), Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp. 62, pl. 21, figs. 33-36

1958. *Marginulina bullata* (Reuss), Pożaryska, Palaentol. Polonica, no. 8, pp. 106, pl. 12, fig. 6

Charakteristika:

Schránka se skládá ze 3-4 kulatých komůrek, paprsčité ústí se nachází na výrazném trubicovitém krčku, povrch schránky je hladký.

Geografické rozšíření:

USA, Německo, Česko, Polsko, Austrálie

***Marginulina elongata* d'Orbigny, 1840**

Tab. 5, obr. 4

1840. *Marginulina elongata* d'Orbigny, d'Orbigny, Mem. Soc. Geol. France, vol. 4, no. 1, pp. 17, pl. 1, figs. 20-22

1845/46. *Marginulina elongata* (d'Orbigny), Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor. pp. 29, pl. 24, figs. 31-36

1928. *Marginulina elongata* (d'Orbigny) , Franke, Die Foramin. der Ober. Kreide.
pp. 76, pl. 7, fig. 5

Charakteristika:

Schránka podlouhlá, počáteční stadium těsně stočeno a stlačeno, mladší komůrky se rozvíjejí a jsou širší, nejmladší jsou téměř kulovité, švy zřetelné lehce pokleslé v rozvinuté části, ústí terminální paprsčité, povrch schránky hladký.

Geografické rozšíření:

USA, Francie, Německo, Česko.

Podčeleď VAGINULININAE Reuss, 1860

Rod *Planularia* Defrance, 1826

Charakteristika:

Schránka planispirální v počátečním stadiu, silně zploštělá s paralelními bočními stěnami, ústí terminální paprsčité.

***Planularia complanata*, (Reuss), 1845**

Tab. 5, obr. 5, 6

1845. *Cristellaria complanata* Reuss, Reuss, Verstein. der böhmisch. Kreidefor.pp.
33, pl. 13, fig. 54

1928. *Cristellaria complanata* (Reuss), Franke, Die Foramin. der Ober. Kreide. pp.
102, pl. 9, fig. 19

1980. *Planularia complanata* (Reuss), Gawor-Biedowa, Acta Palaento. Polonica, vol. 25. no.1, pl. 2, fig. 10

1991. *Planularia complanata* (Reuss), Tronchetti and Grosheny, Geobios, vol. 1, no. 24, pl. 3, figs. 10-12

1998. *Planularia complanata* (Reuss), Holbourn and Moullade, Proc. of the ocean dril. prog. Sc. res., vol. 159, pl. figs. 12,13

Charakteristika:

Schránka zploštělá, v počátečním stadiu planispirální poté rozvinutá, s úzkými komůrkami oddělenými zakřivenými limbátními švy, terminální paprsčité ústí.

Geografické rozšíření:

Anglie, Francie, Německo, Rakousko, Česko, Polsko.

Rod *Vaginulina*, d'Orbigny, 1826

***Vaginulina* sp.**

Tab. 5, obr. 7

Charakteristika:

Schránka dlouhá, mírně zploštělá, počáteční stadium schránky zaoblené, švy mírně zakřivené, povrch schránky hladký, ústí terminální paprsčité.

Podčeleď PALMULINAE

Rod *Neoflabellina* Bartenstein, 1948

Charakteristika:

Schránka v raném stadiu zavínutá, později má tvar obráceného V, ústí terminální paprscité.

Neoflabellina rugosa, (d'Orbigny), 1840

Tab. 5, obr. 8, 9

1840. *Flabellina rugosa* d'Orbigny, Foraminif. de la craie blanche..., pp. 23, pl. 2, figs. 4, 5, 7

1928. *Flabellina rugosa* (d'Orbigny), Franke, Die Foramin. der Ober. Kreide. Pp. 92, pl. 8, fig. 18

1946. *Palmula rugosa* (d'Orbigny), Cushman, U.S. Geol. Sur., Prof. Paper, no. 206, pp. 83, pl. 31, figs. 9-17

1958. *Neoflabellina rugosa* (d'Orbigny), Pożaryska, Palaentol. Polonica, no. 8. pp. 163, fig. 44 in text

1964. *Neoflabellina rugosa* (d'Orbigny), Martin, Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, no. 9, pp. 72, pl. 7, fig. 9

Charakteristika:

Schránka sploštělá, tvar kosodelníkovitý až elipsoidní, počáteční stadium planispirální, později schránka přechází do komůrek ve tvaru obráceného

V stejnoměrně široké, hladké okraje, švy jsou výrazně vyvýšené a mezi nimi se mohou vyskytovat papily, ústí terminální, okrouhlé.

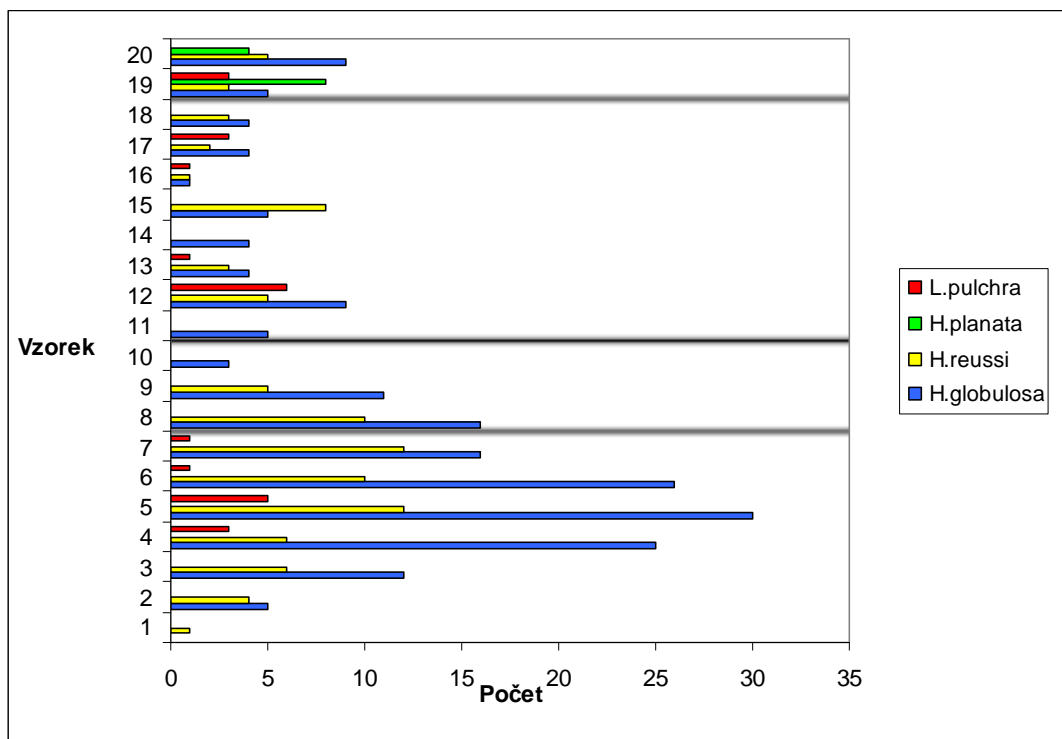
Geografické rozšíření:

USA, Francie, Německo, Česko, Polsko.

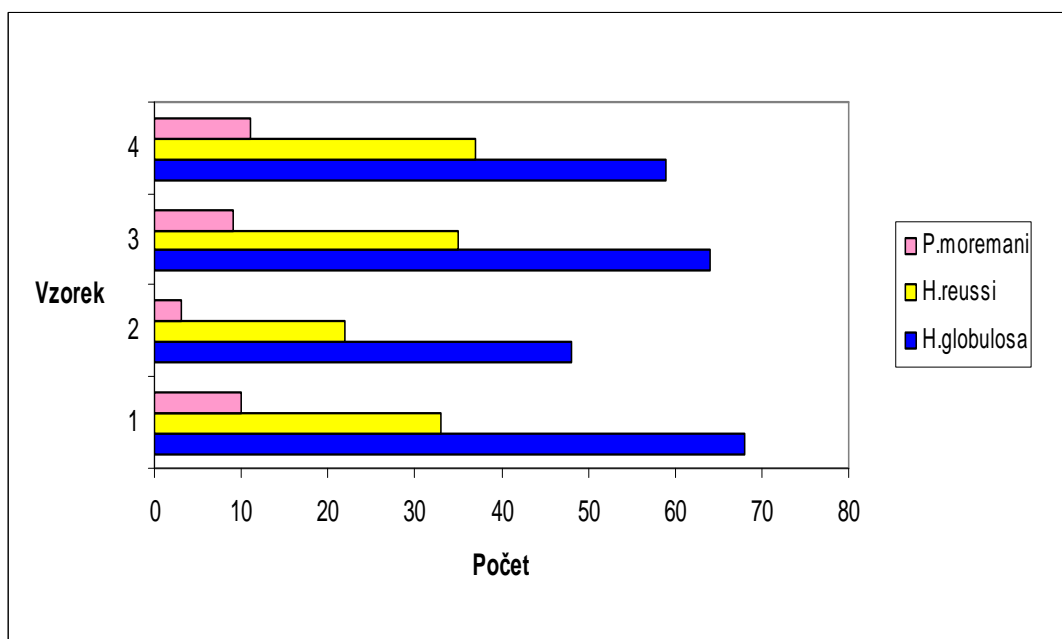
8.2 Změny zastoupení heteroheliciálních druhů v čase

Na grafu 1 lze vidět, jak se mění množství jednotlivých druhů z čeledi Heteroheliciidae ve vzorcích napříč profilem Března. Nejvíce jsou zastoupeny druhy *Heterohelix globulosa* a *Heterohelix reussi*, které se vyskytují ve všech vrstvách. *Laeviheterohelix pulchra* je méně častý a vyskytuje se jen ve vrstvách geodiových, gastropodových a sférosideritových. *Heterohelix planata* se vyskytuje až v nejvyšší části profilu ve vrstvách sférosideritových.

Ukazuje se, že největší zastoupení mají druhy v geodiových vrstvách. Ke srovnání lze na grafu 2 vidět jaké je zastoupení heteroheliciálních ve svrchním turonu profilu Úpohlavy, kde jich je velké množství. Můžeme tedy vidět, že se od turonu postupně množství heteroheliciálních snižuje, ale ještě ve spodním coniacu spodní části profilu Března je jejich zastoupení relativně vysoké a postupně se směrem do mladších částí profilu snižuje.



Graf 1. Zastoupení heteroheliciďů ve vzorcích v profilu Březno



Graf 2. Zastoupení heteroheliciďů ve vzorcích v profilu Úpohlavy

9. DISKUZE

Popsané bentózní druhy z čeledí Lagenidae, Nodosariidae a Vaginulinidae jsem porovnávala hlavně s druhy popsány z lokality Březno Reussem (1845-1846) a Štemprokovou-Jírovou (in Pokorný et al., 1983) a druhy popsány především v křídě Polska (Pozaryska, 1958), ale i na Moravě (Hanzlíková, 1978), v křídě Německa (Franke, 1928) a USA (Cushman, 1946).

Druhy, které jsem určila jako *Nodosaria obscura*, *N. oligostegia*, *N. zippei*, *Fronicularia cordai*, *F. turgida*, *Lenticulina ovalis*, *L. lobata*, *Marginulina bullata* a *Planularia complanata* popsal Reuss (1845-1846) v české křídě hlavně v okolí Loun, Bíliny a Roudnice. Štemproková-Jírová (in Pokorný et al., 1983) určila v Březně druhy *Fronicularia cordai*, *F. turgida*, *Lagena hispida*, *Lenticulina ovalis*, *L. lobata*, *Planularia complanata*, *Nodosaria obscura*, *N. oligostegia*, *N. zippei* a *Marginulina elongata*. Tyto druhy se shodují s těmi, které jsou určeny v této práci. Naopak druhy *Dentalina gracilis* a *Neoflabellina rugosa* nebyly uváděny.

Druhy *Dentalina gracilis* a *Neoflabellina rugosa* se shodují s druhy popsány v křídě Polska (Pozaryska, 1958). Druhy *Nodosaria obscura*, *N. zippei*, *Lenticulina ovalis*, *L. lobata* a *Marginulina bullata*, objevené v křídě Polska (Pozaryska, 1958) se shodují s těmi, které byly popsány také na našem území.

Předpokládám, že druhy, které byly nalezeny a popsány na našem území, v Polsku i Německu a shodují se, ukazují na propojení mořských pánví, které nastalo po transgresi v cenomanu.

Popsané heteroheliciidní druhy *Heterohelix globulosa* a *Heterohelix reussi* se shodují s druhy popsané Štemprokovou-Jírovou (in Pokorný et al., 1983). Druhy *Heterohelix planata* a *Laeviheterohelix pulchra* popsány nebyly, ale shodují se

s druhy nalezenými např. v USA, Západní a Severní Evropě, Austrálii apod. Předpokládám, že takto široké rozšíření těchto druhů v různých částech světa, ukazuje na jejich kosmopolitní ráz.

Heterohelix globulosa a *Heterohelix reussi* byly popsány i ve svrchním turonu na lokalitě v Úpohlavech a jejich výskyt pokračuje i do coniacu. Počet *Heterohelix globulosa* a *Heterohelix reussi* je v turonu vyšší než v coniacu. Naopak druhy *Planoheterohelix moremani* a *Planoheterohelix postmoremani* se již v Březně nevyskytují a vyskytují se zde dva jiné druhy *Heterohelix planata* a *Laeviheterohelix pulchra*.

V geodiových a spodní části radiolariových vrstev je velké množství drobných zástupců rodu *Heterohelix* a *Hedbergella*. Podle Friedrich et al. (2008) a jiných autorů jsou hedbergelidi a heterohelicidi adaptováni na prostředí s výkyvy okysličení a obývávají spíše mělké vody. Také velké výkyvy v produktivitě v místech, jako jsou výstupné proudy mohou vést k dominanci heteroheliciů. *Heterohelix globulosa* je považován za druh s tolerancí nízkého podílu kyslíku a *Laeviheterohelix pulchra* lze považovat za druh, který je vysoce přizpůsoben podmínkám s málem kyslíku a velké eutrofizaci v relativně mělkých prostředích. Vyskytují se zde i bentické rody např. praebuliminidi, lenticulinidi, které jsou adaptovány na změny v okysličení.

Podle Turnovce (in Pokorný et al., 1983) svědčí litologický charakter rohateckých vrstev o málo prokysličeném prostředí. Nachází se zde asi 25% glaukonitu a 10-15% pyritu, vznikající právě při malém prokysličení vody. Podle Štemprokové-Jírové (1968, in Pokorný et al., 1983) bylo v době sedimentace na lokalitě teplé, mělké moře a množství rodů *Hedbergella* a *Heterohelix* v geodiových vrstvách a ve spodní části radiolariových vrstev, bylo nejspíše způsobeno účinností

výstupných studenějších proudů a změnami v cirkulaci. Je tedy možné, že právě vzhledem k těmto podmínkám, na které jsou heteroheliciidi přizpůsobeni, je jich zde značné množství.

Ve vyšších částech radiolariových a spodní části gastropodových vrstev je počet foraminifer nízký. Počet heteroheliciidů prudce klesá.

Ve vyšších částech gastropodových vrstev a sférosideritových vrstev počet foraminifer znovu vzrůstá. Počet heteroheliciidů je, ale už nižší a v planktonické složce převládají spíše kýlové druhy. To je pravděpodobně způsobeno změnami podmínek, které byly nejspíše klidnější než v nižších částech profilu.

10. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo pokračování ve studiu křídových foraminifer, které byly získány ze vzorků klasické lokality Březno u Loun.

První studovanou skupinou byly planktonní heteroheliciidní druhy, které byly porovnány s druhy určenými na lokalitě Úpohlavy. Druhy *Heterohelix globulosa* a *Heterohelix reussi* se vyskytují na obou lokalitách. Na lokalitě Úpohlavy je jich výskyt vyšší, ve spodní části lokality Březno je také poměrně vysoký, ale směrem do vyšší části profilu se počet snižuje. Naopak druhy *Planoheterohelix moremani* a *Planoheterohelix postmoremani*, které se vyskytují v Úpohlavech se již na lokalitě Březno neobjevují a byly zde určeny dva jiné druhy *Heterohelix planata* a *Laeviheterohelix pulchra*, které nejspíše odrážejí změny v ekologických podmínkách.

Vyšší výskyt heteroheliciidů v geodiových a spodní části radiolariových vrstev profilu Březno je možný důsledek menšího prokysličení a účinností

výstupných studených proudů, vzhledem k tomu, že rod *Heterohelix* má širší toleranci na změny podmínek.

Druhou studovanou skupinou byly bentozní druhy z čeledí Lagenidae, Nodosariidae a Vaginulinidae. Ty byly porovnány s druhy popsány v regionu lokality a na lokalitě samotné Reussem a později Štemprokovou-Jírovou a s druhy popsány v křídě Polska Pozaryskou. Nalezené druhy se shodují s druhy, které popsal Reuss i Štemproková-Jírová. Z toho dva druhy, *Dentalina gracilis* a *Neoflabellina rugosa* popsány nebyly.

S Polskou křídou se shodují druhy *Nodosaria obscura*, *N. zippei*, *Lenticulina ovalis*, *L. lobata*, *Marginulina bullata*, *Dentalina gracilis* a *Neoflabellina rugosa*. S Německou křídou se shodují druhy *Dentalina oligostegia*, *Frondicularia turgida*, *Marginulina bullata*, *M. elongata*, *Planularia complanata* a *Neoflabellina rugosa*. Druhy z těchto čeledí byly nejvíce zastoupeny ve vzorku na hranici mezi geodiovými a radiolariovými vrstvami, ale jejich výskyt byl ve všech vzorcích napříč profilem. Druhy, které byly nalezeny a popsány na našem území, v Polsku i Německu a shodují se, pravděpodobně ukazují na propojení mořských pánví, které nastalo po transgresi v cenomanu.

11. POUŽITÉ ZDROJE INFORMACÍ

ADL, S.M. et al. 2005. The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. 52, 399-451.

ALBERTS, B. et al. 1998. *Základy buněčné biologie : Úvod do molekulární biologie buňky*. 630pp. Espero Publishing, Ústí nad Labem.

BOERSMA, A. 1998. Foraminifera 19-77. In Haq, B.U. & Boersma, A. (eds) *Introduction to Marine Micropaleontology*. Elsevier, New York – Oxford.

BROTZEN, F. 1936. Foraminiferen aus dem schwedischen, untersten senon von Eriksdal in Schonen. *Sveriges geologiska undersökning, Arsbok* 30(3), 7-206

CAMPBELL, R.J, HOWE, R.W, REXILIUS, J.P. 2004. Modele Campanian-lowermost Maastrichtian nannofossil and foraminiferal biostratigraphy of the northwestern Australian margin. *Cretaceous Research* 25 (6) 827-864.

CUSHMAN, J.A. 1928. *Foraminifera: their classification and economic use*. 401pp. Sharon, Massachusetts, USA.

CUSHMAN, J.A. 1937. *A monograph of the Foraminiferal Family Valvulinidae*. 210pp. Sharon, Massachusetts.

CUSHMAN, J.A. 1937. *A monograph of the Foraminiferal Family Verneulinidae*. 157pp. Norwood Press, Massachusetts.

CUSHMAN, J.A. 1946. Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal Region of the United States and Adjacent Areas. *United States Geological Survey professional paper* 206.

ČECH, S. et al. 1980. Revision of the Upper Cretaceous stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 55, 277-296.

ČECH, S., ŠVÁBENICKÁ, L. 1992. Macrofossils and nannofossils of the type locality of the Březno formation (Turonian-Coniacian, Bohemia). *Věstník Českého geologického ústavu* 65 (5), 311-326

ČECH, S., ŠTEMPROKOVÁ, D. 1996. Březno bluff, The Turonian/Coniacian stage boundary problem

ČEPKOVÁ, Jiřina. *Rod Lenticulina Lamarck, 1804 v české křídě*. Praha, 1969. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta přírodovědecká, Katedra paleontologie

DARMONIAN, S.A. 1975. Planktonic foraminifera from the Upper Cretaceous of southeastern Iraq: Biostratigraphy and systematics of Heterohelicidae. *Micropaleontology* 21 (2), 185-214

FRANKE, A. 1928. Die foraminiferen der oberen Kreide Nord- und Mittel-deutschlands. *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt* 111

FRIČ, A. 1894: Studie v oboru křídového útvaru v Čechách. Březenské vrstvy. *Arch. pro přír. prozk. Čech*, 9(1), geol. Odd

FRIEDRICH, O. et al. 2008. Cyclic changes in Turonian to Coniacian planktic foraminiferal assemblages from the tropical Atlantic Ocean. *Elsevier, Marine Micropaleontology* 68(3-4), 299-313.

GAWOR-BIEDOWA, E. 1980. Turonian and Coniacian foraminifera from the Nysa trough, Sudetes, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica* 25 (1), 3-54

GEORGESCU, M.D, & HUBER, B.T. 2009. Early Evolution of the Cretaceous Serial Planktic Foraminifera (Late Albion-Cenomanian). *The Journal of Foraminiferal Research* 39 (4), 335-360.

GEORGESCU, M.D. 2009. Taxonomic revision and evolutionary classification of the biserial Cretaceous planktic foraminiferal genus *Laeviheterohelix* Nederbragt, 1991. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 26 (2), 315-334

HANZLÍKOVÁ, E. 1972. Carpathian Upper Cretaceous Foraminifera of Moravia (Turonian – Maastrichtian). *Rozpravy ÚÚG* 39.

HAŠKOVÁ, Barbora. *Foraminifery české křídly*. Praha, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Fakulta přírodovědecká, Ústav geologie a paleontologie.

HEMLEBEN, Ch. et al. 1989. *Modern planktonic foraminifera*. 363pp. Springer-Verlag, New York.

HERCOGOVÁ, J. 1959. Mikropaleontologické vyhodnocení části vrtu Ch-3 Záhoří u Žatce (Foraminifery). *Zprv. o geol. Výzk.* 1957, 69-71.

HERCOGOVÁ, J. 1974. The foraminifera: their significance for the stratigraphy of the Cretaceous of Bohemia. *Annales des Mines et de la Géologie* 28, 329-345.

HERCOGOVÁ, J. 1982. Vertreter der Gattungen *Palmula* und *Neoflabellina* in der Kreide der Böhmisches Masse.-Zástupci rodů *Palmula* a *Neoflabellina* v křídě českého masívu. *Sborník geologických Věd, Paleontologie* 25, 97-126.

HERCOGOVÁ, J. 1984. Die Gattung *Gaudryina* in der Kreide der Böhmisches Masse. *Sborník Geologických Věd* 26, 83-138.

HERCOGOVÁ, J. 1985. The Genus *Frondicularia* in the Cretaceous of the Bohemian Massif. *Sborník Geologických Věd* 27, 113-161.

HERCOGOVÁ, J. 1988. *Acruliammina*, *Bdelloidina* and *Axicolumella* n.gen. (Foraminifera) from the Cretaceous transgressive sediment of the Bohemian Massif. *Sborník Geologických Věd* 20, 145-189.

HOLBOURN, A.E.L., MOULLADE, M. 1998. Lower Cretaceous Benthic Foraminifer Assemblages, Equatorial Atlantic: Biostratigraphic, Paleoenvironmental And Paleobiogeographic Significance. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 159, 347-362

HRADECKÁ, L. 1985. Stanovení hranice spodní/střední turon na základě foraminifer v oblasti mezi Mělníkem a Mladou Boleslaví. *Zpr.geol.Výzk. v roce 1985*, Praha

HRADECKÁ, L. 1991. Změny foraminiferového společenstva související s eventy vázanými k hranici cenoman-turon v centrální části České křídové pánve. *Zpr.geol.Výzk. v roce 1991*, Praha

HRADECKÁ, L. 1996. Gavelinella Brotzen, 1942 and Lingulogavelinella Malapris, 1969 (Foraminifera) from the Bohemian Cretaceous Basin. *Sborník geologických věd : Paleontologie* 33, 79-96.

HRADECKÁ, L. 1997a. Microbiostratigraphy of the Jizera and Teplice Formation (Late Turonian, Boreal development) in the Úpohlavy quarry, Bohemian Cretaceous Basin. *Mineralia Slovaca* 29, 347.

HRADECKÁ, L. PRAŽÁK, J. ŠVÁBENICKÁ, L. 1997b. Předběžné vyhodnocení vrtu Kouty BJ-16 (česká křídová pánev). *Zprávy o geolog. Výzkumech v roce 1996*. 113-115.

HRADECKÁ, L. 1999. Correlation of the Upper Turonian foraminiferal assemblage from the Úpohlavy and Březno sections (Bohemian cretaceous basin) with some other localities (South Moravia, Germany and Lower Austria). *Geologica Carpathica* 50, 145-150.

HRADECKÁ, L. 2003. Foraminiferové společenstvo a paleoekologie svrchnokřídových sedimentů z lokality Nussensee v Rakousku (coniac-santon, souvrství Grabenbach, spodní gosauská podskupina). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2003*, 140-141.

CHLUPÁČ, I. et al. 2002. *Geologická minulost České republiky*. 436pp. Academia, Praha.

JÍROVÁ, D. 1956. Rod Globotruncana v turonu a emšeru české křídý. *Universitatis Carolinae Geologica*. 2 (3), 239-225.

JÍROVÁ, D. 1958. Die Gattung Stensiöina aus dem Coniac der Tschechischen Kreide. *Acta Universitatis. Carolinae-Geologica* 3, 221-230.

LOEBLICH JR., A.R; TAPPAN, H. 1961. Remarks on the systematics of the Sarkodina (Protozoa) renamed homonyms and new and validated genera. *Proceeding of the Biological Society of Washington* 74, 213-234.

LOEBLICH JR., A.R; TAPPAN, H. 1964. *Treatise on Invertebrate paleontology. Protista 2*. Lawrence : The University of Kansas Press and The Geological Society of America, C55-C164.

LOEBLICH JR., A.R; TAPPAN, H. 1987. *Foraminiferal Genera and Their Classification*. 2,047 pp. Van Nostrand, Reinhold Co., New York

MARTIN, L. 1964. *Upper Cretaceous and Lower Tertiary Foraminifera from Fresno County, California*. 128 pp. Jahrbuch Der Geologischen Bundesanstalt 9, Sien.

MATOUSCHEK, F. 1895. Beiträge zur Paleontologie des Böhmisches Mittelgebirges. II. Mikroskopische Fauna des Baculitenmergels von Tetschen. *Jahrbuch für Naturwissenschaft* 15, 117-263.

MONTANARO GALLITELLI, E. 1957. A revision of the foraminiferal family Heterohelicidae, 133-155. In LOEBLICH, Jr., A.F. et al. *Studies in Foraminifera*. Smithsonian institution, Washington.

MURRAY, J. W. 1973. *Distribution and ecology of living benthic foraminiferids*. 274pp. Heinemann Educational Books, London.

NEDERBRAGT, A. J. 1989. Chamber proliferation in the cretaceous planktonic foraminifera Heterohelicidae. *Journal of Foraminiferal Research* 19 (2), 105-114.

NOTH, R. 1951. *Foraminiferen aus Unter- und Oberkreide des Österreichischen Anteils an Flysch, Helvetikum und Vorlandvorkommen*. 91pp. Jahrbuch Der Geologischen Bundesanstalt 3, Wien

PERNER, J. 1892. *Foraminifery českého cenomanu*. 65 pp. Česká akademie císaře Františka Josefa, Praha.

PERNER, J. 1897. *Foraminifery vrstev bělohorských*. 73 pp. Česká akademie císaře Františka Josefa, Praha.

PESSAGNO, E.A. 1967. *Palaeontographica Americana : Upper Cretaceous planktonic foraminifera from the western gulf coastal plain*. 445pp. Paleontological Research Instituton, Ithaca, New York.

POKORNÝ, V. 1954. *Základy zoologické mikropaleontologie*. 652pp. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.

POKORNÝ, V., ŠTEMPROKOVÁ, D., ŠVÁBENICKÁ, L. 1983. Loc.31- Březno near Louny-Coniacian, Rohatce member and Březno formation. *18th. European Colloquy on Micropaleontology /excursion guide/,* 198-202

POZARYSKA, K. 1958. Lagenidae du Crétacé supérieur de Pologne. *Palaeontologia Polonica* 8

PRAŽÁK, J., HRADECKÁ, L., ŠVÁBENICKÁ, L. 1996. Vrt BJ-16 Kouty u Poděbrad: Litologie a paleontologie křídý. MS, Archiv ČGÚ Praha.

REUSS, A.E. 1844. *Bemerkungen über die Branunkohlenlager jenseits der Elbe und eine Übersicht der fossilen Fischreste Böhmens*. C.W. Medau & Comp. Praha.

REUSS, A.E. 1845-6. *Die Versteinerungen der Böhmischen Kreideformation*. 148pp. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

SEN GUPTA, B.K. 1999. *Modern Foraminifera*. 361pp. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

SOUKUP, J. (1955): Úprava stratigrafického členění a otázka hranice mezi turonem a senonem v české křídě. *Sbor. Ústř. Úst. geol., Odd. geol., 21, 2 (1954), 633–673*.

STORM, H. 1929. Zur Kenntnis der Foraminiferenfauna im Oberturon und Emscher der Böhmischen Kreideformation. *Auszüge unveröffentlichter Dissertationen*.

STORM, H. 1931. Zur stratigraphischen Gtellung Oberturon und Emichermergel in der Umgebung von Leitmeriz.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1963a. Mikrostratigrafické zpracování vrtu Borek /BK-1/ u Holic na základě foraminifer. *Geofond, ÚÚG, Praha*

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1963b. The genus Eouvigerina from the Bohemian Cretaceous. *Acta Universitatis Carolinae-Geologica* 1, 83-95.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1963c. The genus Tappanina and Loxostomum from the Bohemian Cretaceous. *Acta Universitatis Carolinae-Geologica* 2, 141-147.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1967a. Revision of some species of Eouvigerina Cushman, 1926 (Foraminifera). *Časopis pro mineralogii a geologii* 1, 65-66.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1967b. Spiroplectinata westfalica Olbertz, 1942 (foraminifera) from the Bohemia Cretaceous. *Acta Universitatis Carolinae-Geologica* 1, 79-90.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1968. Paleoekologický výzkum foraminifer křídového souvrství z Března u Loun. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1968*, 126-128.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1975. The genus Praebulimina (Foraminifera) from the Upper Cretaceous of Bohemia, Czechoslovakia. *Acta Universitatis Carolinae – Geologica* 3, 249-259.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1976. Biometrical studies of the genus Praebulimina from the Bohemian Cretaceous, Czechoslovakia. *Acta Universitatis Carolinae Geologica* 3, 235-240.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1987. Zpráva o výzkumu foraminiferové fauny z vrtu RP-15 Bříza u Hradce Králové. Manuscript. *Československý uranový průmysl*.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1988-89. Biostratigrafické zhodnocení vrtů za r. 1971-1987 české křídy. Manuscript. *Československý uranový průmysl*.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1991. Biostratigraphy of planktic foraminifera from the Cenomanian and Turonian of the locality Velim (Bohemian Cretaceous Basin, Czechoslovakia). *Acta Universitatis Carolinae – Geologica* 1-2, 103-125.

ŠTEMPROKOVÁ-JÍROVÁ, D. 1992. Changes in assemblages of planktonic Foraminifera in the Lower and Middle Turonian of the Bohemian Cretaceous Basin. *Acta Universitatis Carolinae – Geologica* 1-2, 37-46.

TRONCHETTI, G., GROSHENY, D. 1991. Les assemblages de foraminifères benthiques au passage Cénomanien-Turonien à Vergons, S-E France. *Geobios*, 24, 13-31

Internetové zdroje

<http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/index.html>, 4.5. 2010

<http://ocean.si.edu/slideshow/forams>, 17.3. 2012

12. PŘÍLOHY

Vysvětlení k tabulím 1-5

Tabule 1

1-2. *Heterohelix planata* (Cushman). 1.- vzorek 1095, 1a.-vzorek 1095, 2.-vzorek 1095, coniac, 400x; 550x; 270x.

3-4. *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg). 3.-vzorek 19,35, 3a.-vzorek 21,85, 4.-vzorek 1096, coniac, 330x; 500x; 370x.

5. *Heterohelix reussi* (Cushman). 5.-vzorek 21,35, 5a.-vzorek 21,35, coniac, 400x; 450x.

Tabule 2

1-6. *Laeviheterohelix pulchra* (Brotzen). 1.-vzorek 21,35, 2.-vzorek 21,35, 3.-vzorek 21,35, 4.-vzorek 21,85, 5.-vzorek 21,85, 6.-vzorek 20,85, coniac, 350x; 450x; 450x; 600x; 450x; 400x.

Tabule 3

1. *Lagena hispida* Reuss. Vzorek 2, coniac, 350x.

2. *Lagena* cf. *apiculata* (Reuss). Vzorek 21,35, coniac, 300x.

3. *Dentalina gracilis* d'Orbigny. Vzorek 17,35, coniac, 100x.

4. *Nodosaria obscura* Reuss. Vzorek 21,35, coniac, 180x.

5-6. *Nodosaria oligostegia* Reuss. 5.-vzorek 17,35, 6.-vzorek 17,35, coniac, 200x; 270x.

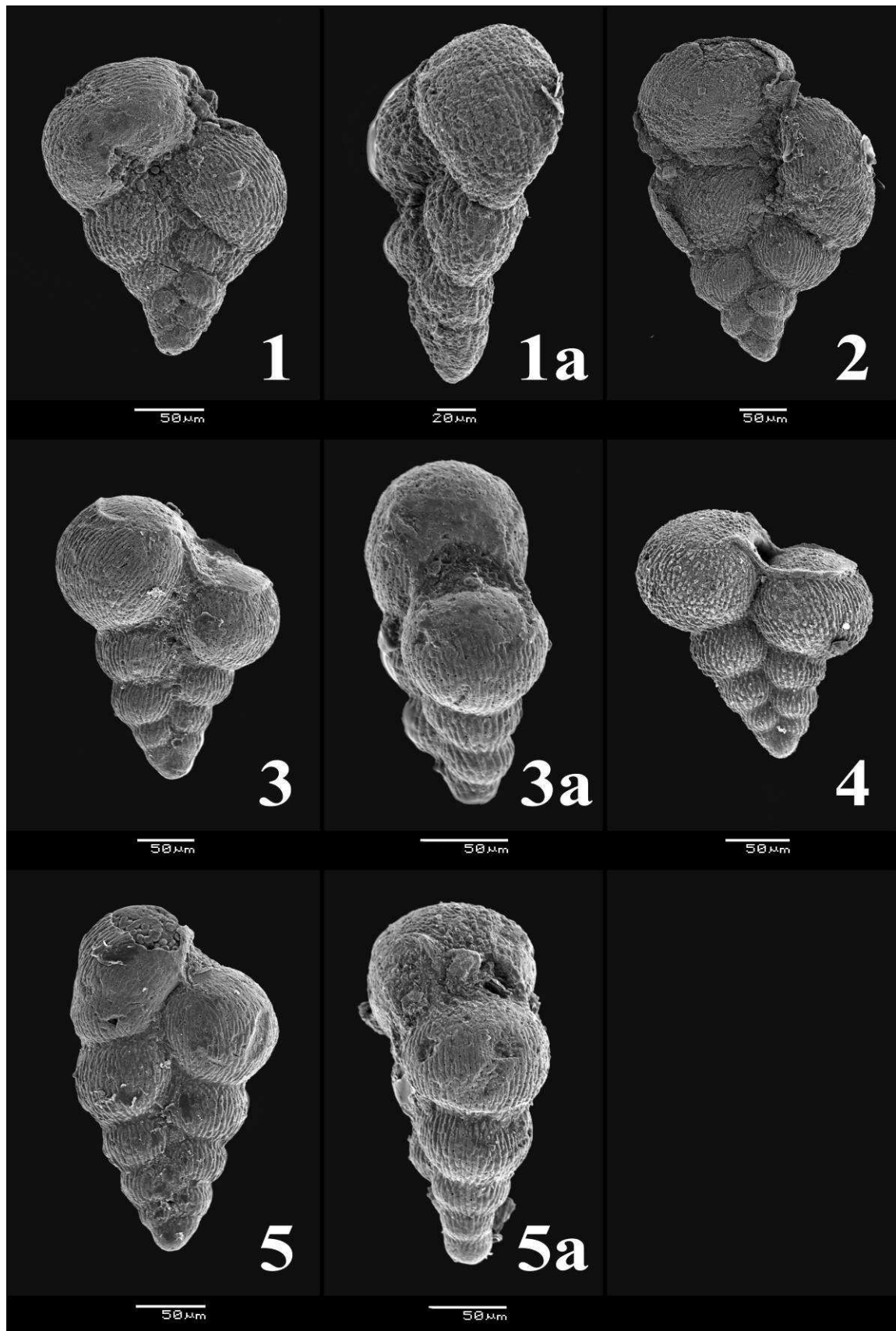
Tabule 4

- 1-2. *Nodosaria zippei* Reuss. 1.-vzorek 21,35, 2.-vzorek 21,35, coniac, 200x; 140x.
3. *Frondicularia cordai* Reuss. Vzorek 19,35, coniac, 70x.
4. *Frondicularia* cf. *tenuis* Reuss. Vzorek 20,85, coniac, 140x.
- 5-6. *Frondicularia turgida* Reuss. 5.-vzorek 17,35, 6.-vzorek 17,35, coniac, 300x; 330x.

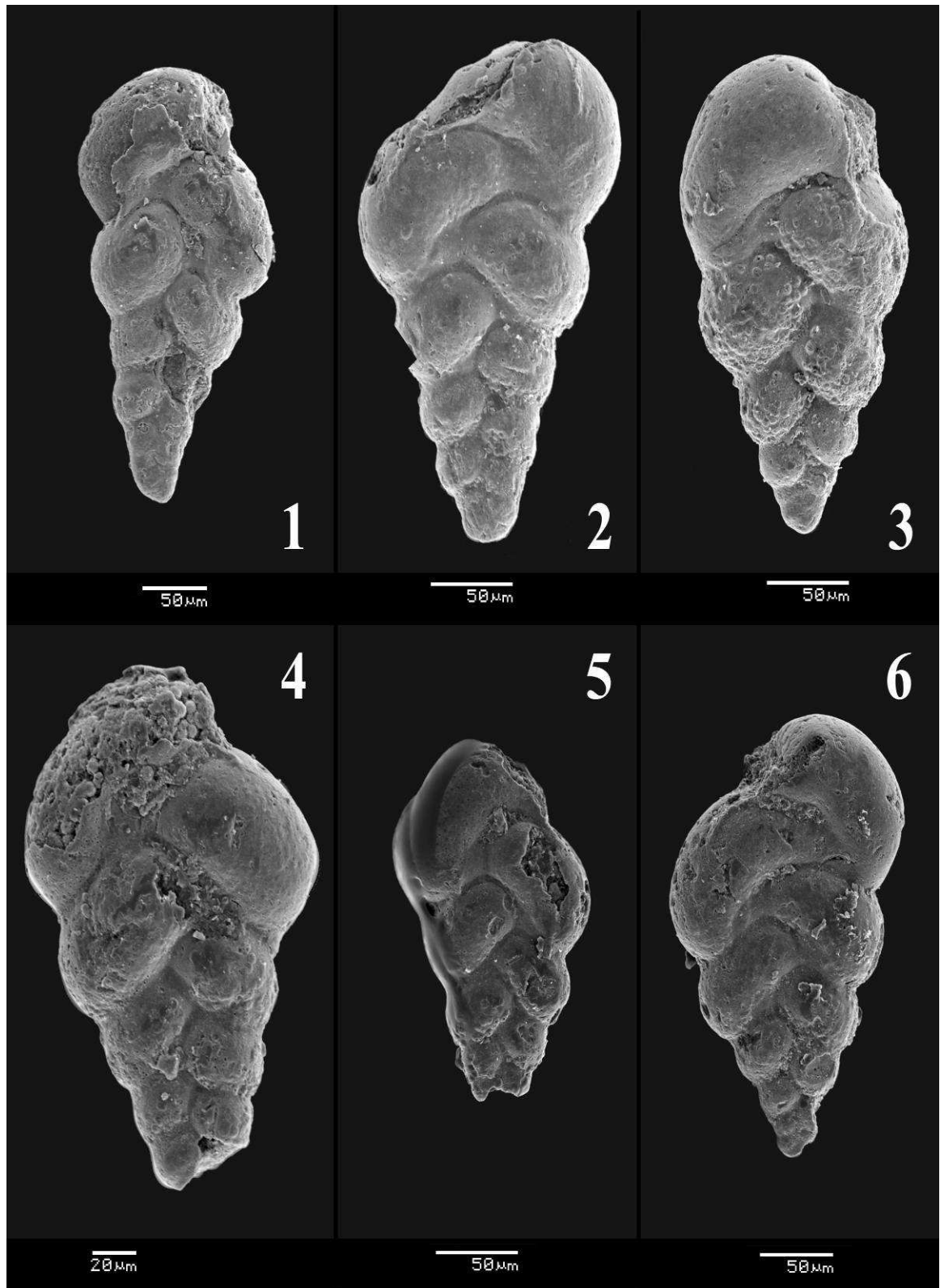
Tabule 5

1. *Lenticulina ovalis* (Reuss). Vzorek 20,85, coniac, 250x.
2. *Lenticulina lobata* (Reuss). Vzorek 20,85, coniac, 100x.
3. *Marginulina bullata* Reuss. Vzorek 17,35, coniac, 190x.
4. *Marginulina elongata* d'Orbigny. Vzorek 21,35, coniac, 220x.
- 5-6. *Planularia complanata* (Reuss). 5.-vzorek 20,85, 6.-vzorek 4B, coniac, 200x; 190x.
7. *Vaginulina* sp. Vzorek 17,35, coniac, 70x.
- 8-9. *Neoflabellina rugosa*, (d'Orbigny). 8.-vzorek 1095, 9.-vzorek 1095, coniac, 60x; 70x.

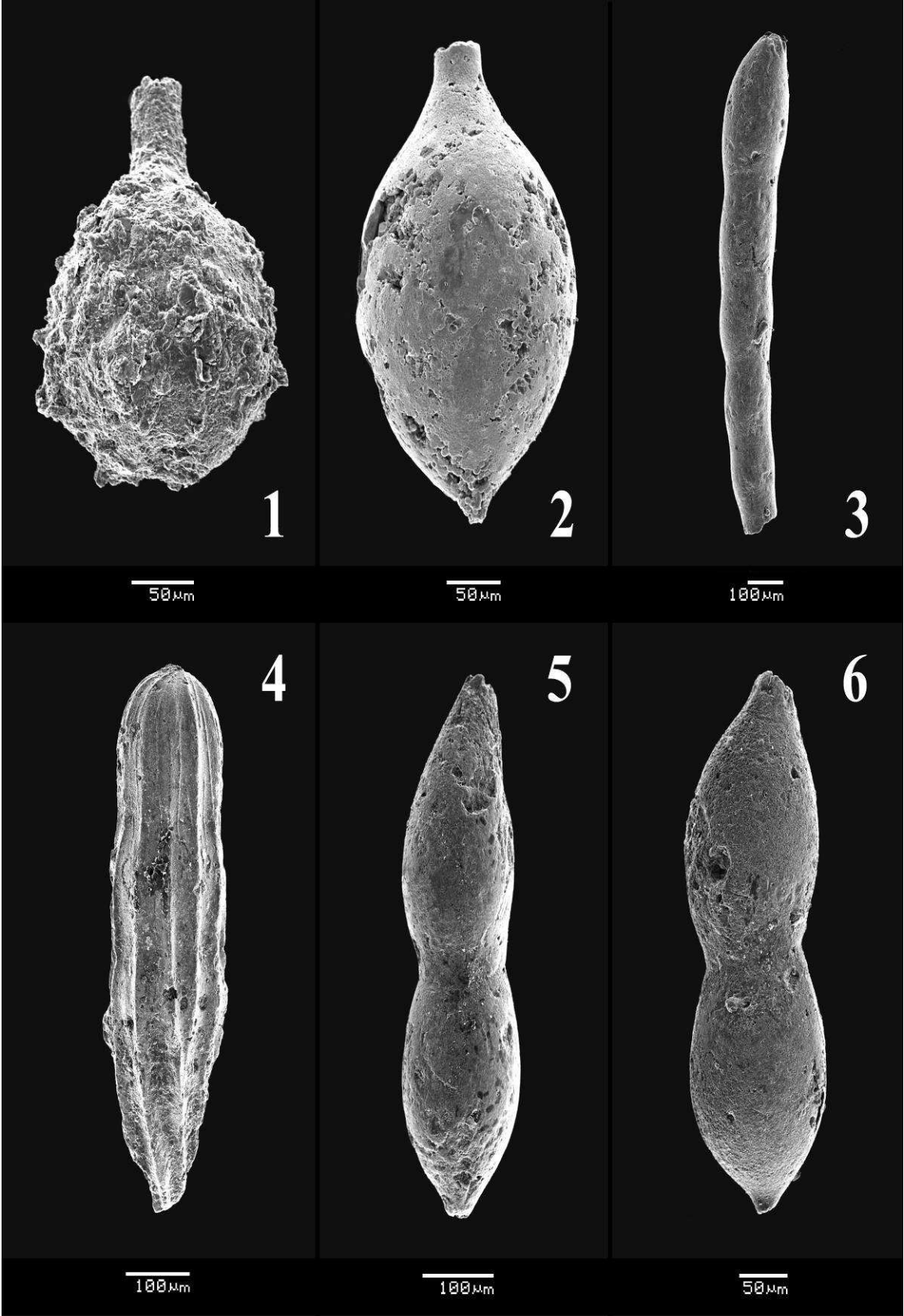
TABULE 1



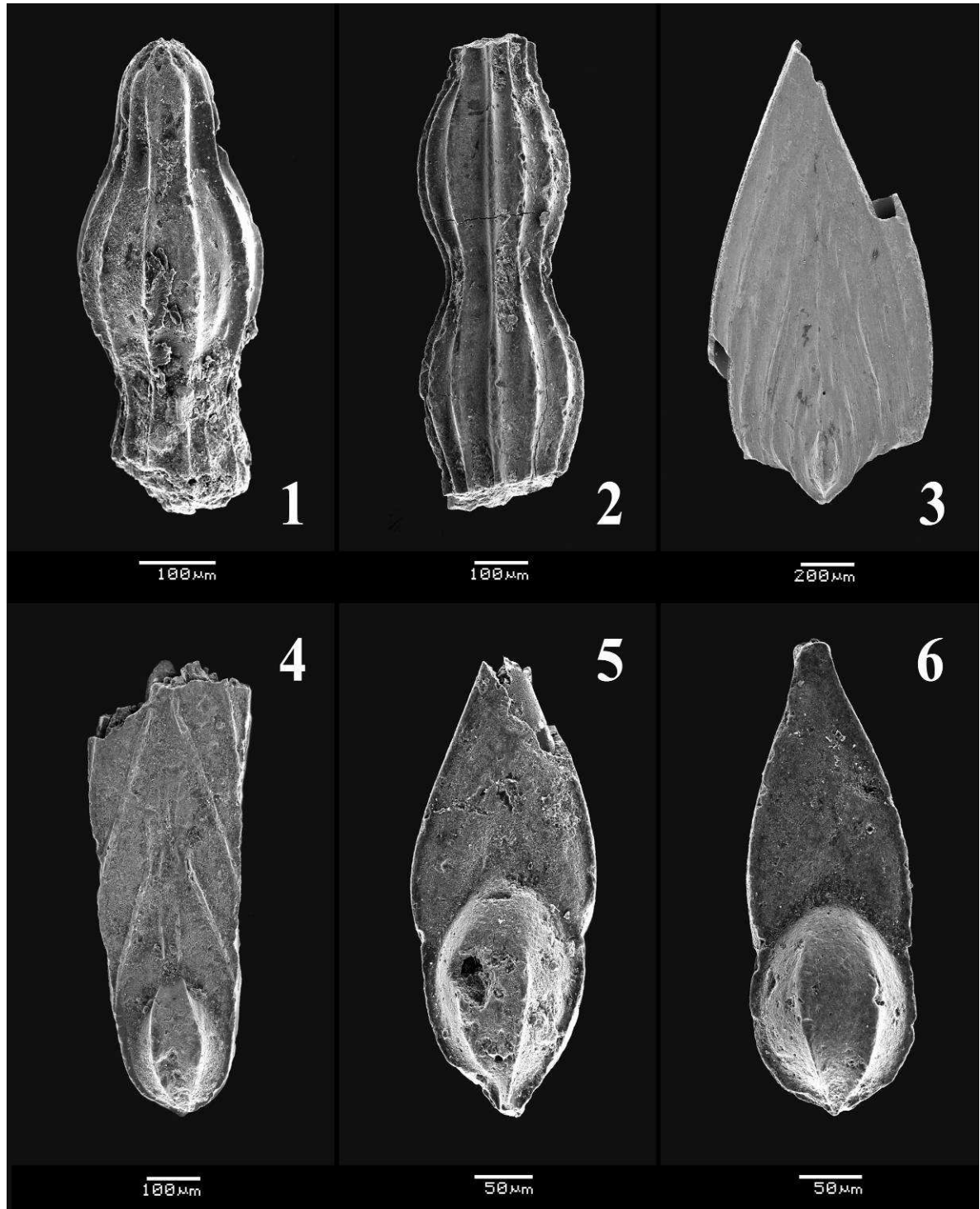
TABULE 2



TABULE 3



TABULE 4



TABULE 5

